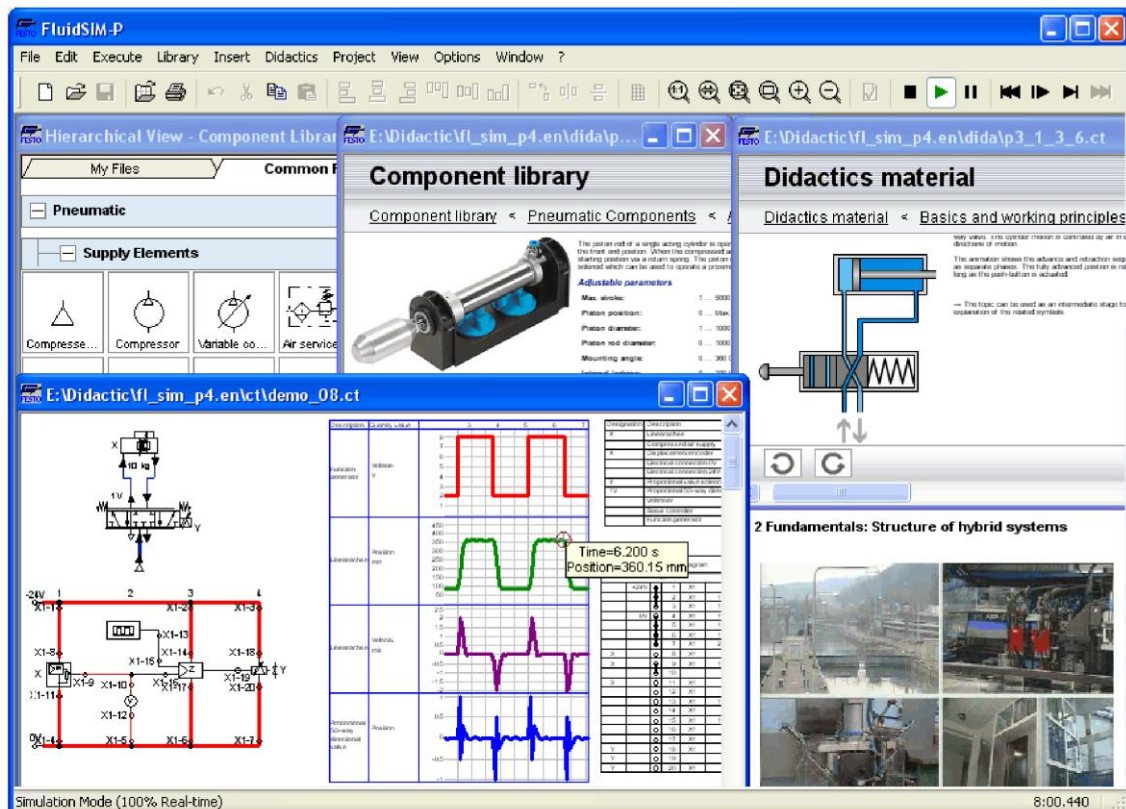




Tłumaczenie i opracowanie: mgr inż. Mariusz Jurczyński

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, D-73770 Denkendorf, 1996-2004

Internet: www.festo.com/didactic

e-mail: did@festo.com

© Art Systems Software GmbH, D-33102 Paderborn, 1995-2004

Internet: www.art-systems.com, www.fluidsim.com

e-mail: info@art-systems.com

© for the Polish edition FESTO Sp. z o.o., PL 05-090 Raszyn, Janki k/Warszawy,
ul. Mszczonowska 7

Internet: www.festo.com/didactic

e-mail: didactic_poland@festo.com

Wszelkie prawa zastrzeżone.

Żadna część niniejszej publikacji nie może być reprodukowana, przechowywana jako źródło danych i przekazywana w jakiegokolwiek formie zapisu bez pisemnej zgody posiadacza praw.

Spis treści:

Spis treści:	3
1 Podstawowe terminy w pneumatyce	4
1.1 Podstawy fizyczne	4
2 Wytwarzanie i doprowadzenie sprężonego powietrza	5
2.1 Zespół przygotowania powietrza	5
3 Napędy i elementy robocze	8
3.1 Siłownik jednostronnego działania	8
3.2 Siłownik dwustronnego działania	10
3.3 Siłowniki beztłoczyskowe	14
3.4 Konstrukcja siłownika	15
4 Zawory rozdzielające	16
4.1 Rodzaje	16
4.2 Zawory rozdzielające 2/2	17
4.3 Zawory rozdzielające 3/2	17
4.4 Zawory rozdzielające 4/2	25
4.5 Zawory rozdzielające 5/2	27
4.6 Zawory zwrotne	29
4.7 Zawory przepływowe	30
5 Elementy i podzespoły elektrycznego modułu sterującego	33
5.1 Zasilacz	33
5.2 Przycisk i przełącznik	33
5.3 Czujniki mechaniczne i ciśnieniowe	34
5.4 Przekazniki i styczniki	42
6 Elektrozawory pneumatyczne	46
6.1 Zadania	46
6.2 Budowa i funkcjonowanie	48
7 Symbole graficzne	57

1 Podstawowe terminy w pneumatyce

1.1 Podstawy fizyczne

Powietrze jest mieszaniną gazów i ma następujący skład:

- azot ok. 78% objętości,
- tlen ok. 21% objętości.

Dodatkowo zawiera śladowe ilości dwutlenku węgla, argonu, wodoru, neonu, helu, kryptonu i ksenonu.

Dla lepszego zrozumienia prawideł zachowania się powietrza zostały poniżej przedstawione wielkości fizyczne, które tu występują. Dane te są zawarte w międzynarodowym układzie jednostek miar, który oznacza się krótko SI (Système International).

Wielkości podstawowe

Wielkość	Oznaczenie	Jednostki
długość	l	metr(m)
masa	m	kilogram(kg)
czas	t	sekunda(s)
temperatura	T	kelwin (K, $0\text{ }^{\circ}\text{C} = 273,15\text{ K}$)

Wielkości pochodne

Wielkość	Oznaczenie	Jednostki
Siła	F	newton (N), $1\text{ N} = 1\text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
powierzchnia	A	metr kwadratowy (m^2)
objętość	V	metr sześcienny (m^3)
przepływ objętości	qV	(m^3/s)
ciśnienie	p	pascal (Pa) $1\text{ Pa} = 1\text{ N/m}^2$ $1\text{ bar} = 100\text{ kPa}$

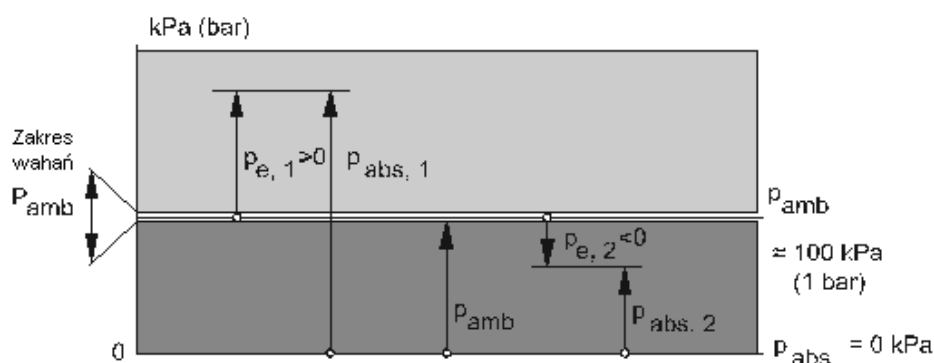
Ciśnienie

1 Pa odpowiada ciśnieniu, które wywiera prostopadle działająca siła 1 N na powierzchnię 1m

Ciśnienie, które panuje bezpośrednio na powierzchni ziemi, jest określane jako ciśnienie atmosferyczne p_{amb} . To ciśnienie jest również nazywane ciśnieniem odniesienia. Zakres powyżej tego ciśnienia nazywa się zakresem nadciśnienia ($+p_e$)/($p_e > 0$), natomiast zakres poniżej nazywa się zakresem podciśnienia ($-p_e$)/($p_e < 0$). Nadciśnienie oblicza się według następującego wzoru:

$$p_e = p_{\text{abs}} - p_{\text{amb}}$$

Przedstawiono to na poniższym rysunku:



Rys. 1.1 Ciśnienie powietrza

Ciśnienie atmosferyczne nie jest stałe. Jego wartość zmienia się w zależności od położenia geograficznego i pogody.

Ciśnienie absolutne p_{abs} jest wartością odnoszącą się do ciśnienia zero- próżni. Jest ono równe sumie ciśnienia atmosferycznego i nadciśnienia ewentualnie podciśnienia. W praktyce używa się głównie przyrządów, które wskazują tylko nadciśnienie p_e . Wartość ciśnienia absolutnego p_{abs} jest około 100 kPa (1bar) wyższa.

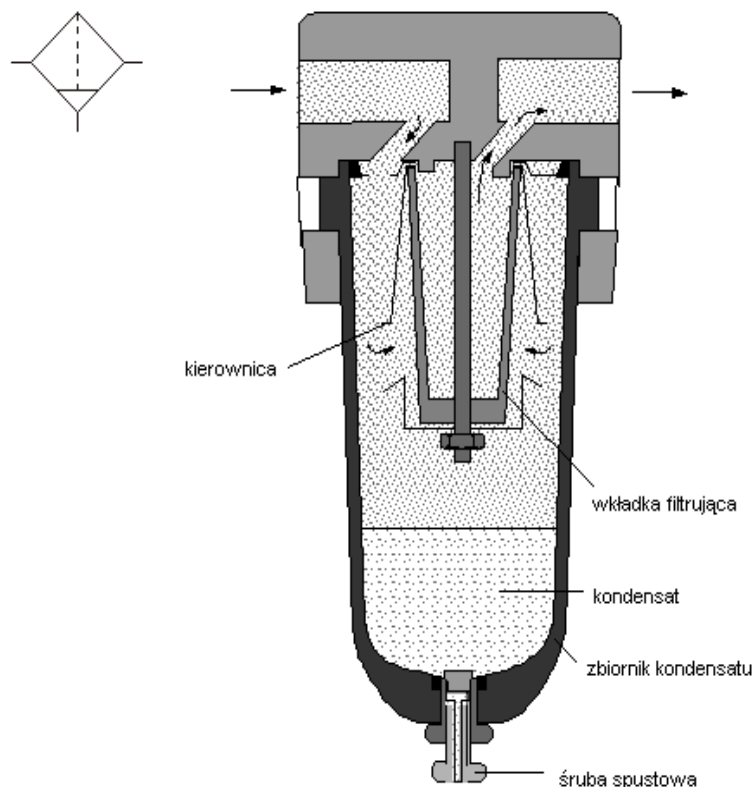
2 Wytwarzanie i doprowadzenie sprężonego powietrza

2.1 Zespół przygotowania powietrza

Pojedyncze funkcje przygotowania sprężonego powietrza takie jak filtrowanie i regulowanie mogą zostać wykonane przez pojedyncze elementy. Funkcje te, często są scalone w jednej jednostce, w zespole przygotowania powietrza. Zespoły przygotowania powietrza są podłączone do każdego urządzenia pneumatycznego.

Filtr sprężonego powietrza

Woda skondensowana, zanieczyszczenia i zbyt dużo oleju może prowadzić do zużycia się ruchomych części i uszczelnień elementów pneumatycznych. Poprzez nieszczelności układu zanieczyszczenia te mogą dostawać się do obrabianych produktów. Bez użycia filtrów sprężonego powietrza mogłyby zostać zanieczyszczone np. obrabiane produkty w przemyśle spożywczym, farmaceutycznym i chemicznym i tym samym mogłyby nie nadawać się do użytku.



Rys. 2.2 Filtr sprężonego powietrza

Wybór filtra odgrywa ważną rolę dla zaopatrzenia układu pneumatycznego w jakościowo dobre sprężone powietrze. Parametrem filtra sprężonego powietrza jest wielkość porowa. Określa ona najmniejszą wielkość cząstek, która może zostać jeszcze wyfiltrowana ze strumienia powietrza.

Zebrany kondensat należy odprowadzać przed osiągnięciem górnej granicy, gdyż w przeciwnym razie zostałby on ponownie wchłonięty przez strumień powietrza.

Na wejściu do filtra powietrze płynie do kierownicy i zostaje przy tym wprowadzone w ruch wirowy. Na skutek siły odśrodkowej składniki płynne i stałe cząstki obce zostają oddzielone ze strumienia powietrza. Są one odwirowane na ściany wewnętrzne zbiornika kondensatu, a następnie spływają do dolnej części zbiornika. Wstępnie oczyszczone powietrze odpływa przez wkładkę filtrującą. Tu zostają oddzielone jeszcze cząstki zanieczyszczeń, które są większe niż średnica porów. Przy filtrach standardowych średnice porów wynoszą od 5 μm do 40 μm .

Przez stopień wyfiltrowania rozumie się stopę procentową cząsteczek określonej wielkości, które zostają wyfiltrowane ze strumienia powietrza, np. stopień wyfiltrowania 99,99% w odniesieniu do cząstek o wielkości 5 μm . Z mikrofiltrami można odfiltrować 99, 99% cząsteczek o wielkości większej niż 0,01 μm .

Po dłuższej eksploatacji wkładka filtrująca musi zostać wymieniona, ponieważ może zostać ona zatkana przez wyfiltrowane zanieczyszczenia. Wraz z wrastającym zanieczyszczeniem filtr stawia strumieniowi powietrza większy opór przepływu. Przez to spadek ciśnienia na filtrze zwiększa się.

Aby określić czas wymiany filtra, musi zostać przeprowadzona kontrola wizualna lub pomiar różnicy ciśnień.

Zawory redukcyjne ciśnienia

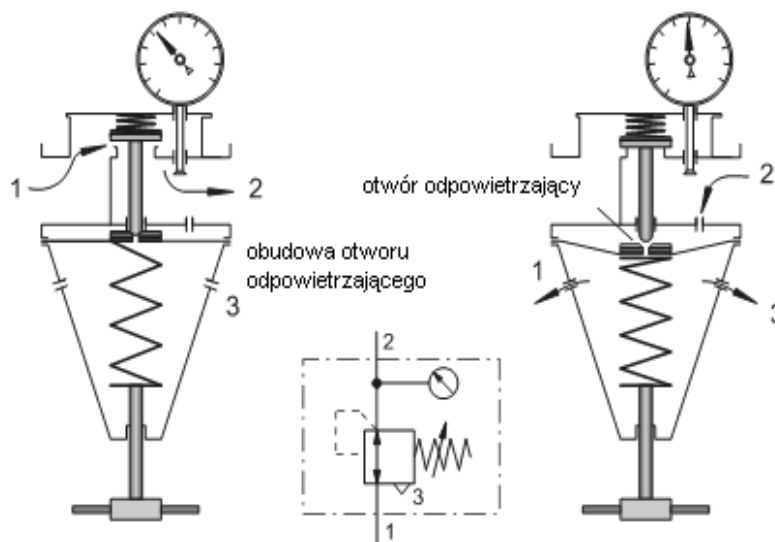
Sprężone powietrze wytwarzane przez sprężarkę podlega wahaniom. Wahania ciśnienia w układzie mogą negatywnie wpływać na połączenia zaworów, okres eksploatacji siłowników i regulację czasową zaworów dławiących i opóźniających.

Stałe ciśnienie robocze jest warunkiem bezproblemowej eksploatacji urządzenia pneumatycznego. Aby zapewnić stały poziom ciśnienia zostają dołączone centralnie do sieci sprężonego powietrza regulatory ciśnienia, które – niezależnie od wahań w głównym obwodzie sterowniczym (ciśnienie pierwotne) – utrzymują stałe ciśnienie w systemie (ciśnienie wtórne). Zawór redukcyjny ciśnienia lub regulator ciśnienia jest dołączony za filtrem sprężonego powietrza i utrzymuje ciśnienie robocze na stałym poziomie. Wysokość ciśnienia powinna być zawsze określona dla wymagań danego elementu urządzenia.

Doświadczenie praktyczne pokazało, że najlepszym kompromisem ekonomicznym i technicznym między wytwarzaniem sprężonego powietrza, a sprawnością elementów pneumatycznych są następujące ciśnienia robocze:

- 600 kPa (6 bar) w części roboczej układu,
- 300 do 400 kPa (3 bar do 4 bar) w części sterującej układu.

Wyższe ciśnienie robocze doprowadziłoby do niekorzystnego wykorzystania energii i większych zużyć, niższe ciśnienie powodowałoby nieprawidłowy współczynnik sprawności przede wszystkim w części roboczej układu.



Rys. 2.3 Zawory redukcyjne ciśnienia z otworem odpowietrzającym

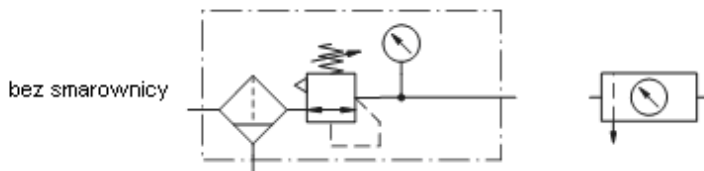
Zasada działania zaworu redukcyjnego ciśnienia z otworem odpowietrzającym

Ciśnienie wejściowe (pierwotne) na zaworze redukcyjnym musi być zawsze wyższe niż ciśnienie wyjściowe (wtórne). Ciśnienie jest regulowane za pomocą membrany. Ciśnienie wyjściowe działa na jedną stronę membrany, na drugą zaś siła sprężyny. Siła sprężyny jest nastawiana poprzez śrubę nastawczą.

Jeśli wzrośnie ciśnienie na drugiej stronie np. przy zmianie obciążenia na siłowniku,

następuje ugięcie membrany działającej na sprężynę. Wtedy zmniejsza się przekrój otworu przelotowego gniazda zaworu lub następuje jego całkowite zamknięcie. Gniazdo zaworu membrany otwiera się i sprężone powietrze może swobodnie wypłynąć przez otwory w obudowie do atmosfery.

Jeśli spadnie ciśnienie na drugiej stronie, siła sprężyny otwiera zawór. Regulacja nastawionego ciśnienia roboczego polega wówczas na ciągłym otwieraniu i zamykaniu gniazda zaworu (przelotu) wywołanym przez przepływające powietrze. Ciśnienie robocze wskazane jest przez manometr.



Rys. 2.4 Symbole zespołu przygotowania powietrza

3 Napędy i elementy robocze

Napęd lub element roboczy zamienia dostarczoną energię w pracę użyteczną. Ruch napędów jest sterowany przez układ sterujący. Napędy reagują na sygnały sterujące wytwarzane przez elementy sterujące.

Innym rodzajem pneumatycznych elementów roboczych są elementy, które określają stan układu sterującego lub napędów, np. sygnalizatory optyczne.

Pneumatyczne elementy robocze dzieli się na dwie grupy:

- ruch postępowy (ruch liniowy),
 - siłownik jednostronnego działania,
 - siłownik dwustronnego działania,
- ruch obrotowy (ruch rotacyjny),
 - silnik pneumatyczny,
 - siłownik obrotowy, zębatkowy
 - siłownik obrotowy, łopatkowy.

3.1 Siłownik jednostronnego działania

Siłowniki jednostronnego działania są zasilane sprężonym powietrzem tylko z jednej strony.

Siłowniki te mogą wykonywać pracę tylko w jednym kierunku. Ruch powrotny tłoczyska odbywa się pod wpływem wbudowanej sprężyny lub działania siły zewnętrznej. Siła wbudowanej sprężyny jest tak dobrana, że zapewnia realizację ruchu powrotnego tłoka do położenia wyjściowego z wystarczająco dużą prędkością.



Rys. 3.5 Siłownik jednostronnego działania

W siłownikach jednostronnego działania z wbudowaną sprężyną skok jest ograniczony przez długość sprężyny. Z tego względu produkowane są siłowniki jednostronnego działania o skokach do ok. 80 mm. Te elementy robocze mają głównie zastosowanie do:

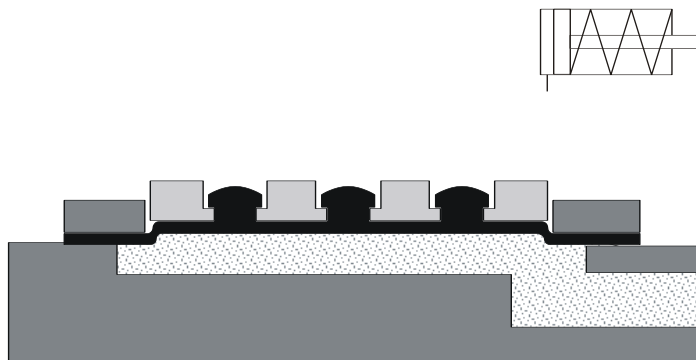
- przesuwania,
- doprowadzania,
- mocowania,
- rozdzielania,
- blokowania,
- wyrzucania.

Budowa

Siłownik jednostronnego działania ma proste uszczelnienie tłoka po stronie zasilania sprężonym powietrzem. Uszczelnienie uzyskuje się poprzez zastosowanie na uszczelki elastycznego materiału. Uszczelki są wbudowane w tłok wykonany z metalu lub tworzywa sztucznego. Podczas ruchu (tłoka) powierzchnie uszczelek ślizgają się po gładzi tulei siłownika. Do różnych rodzajów siłowników jednostronnego działania zalicza się również:

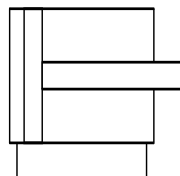
- siłownik membranowy,
- siłownik z przewijaną membraną.

W siłowniku membranowym zadania tłoka przejmuje wbudowana membrana wykonana z gumy, tworzywa sztucznego lub z metalu. Membrana jest centrycznie połączona z tłoczyskiem. Nie ma potrzeby stosowania uszczelnień ślizgowych, tarcie występuje tylko przy rozciąganiu materiału. Siłowniki te znajdują zastosowanie przy krótkich skokach do mocowania, wgniatania i podnoszenia.



Rys. 3.6 Siłownik membranowy

3.2 Siłownik dwustronnego działania

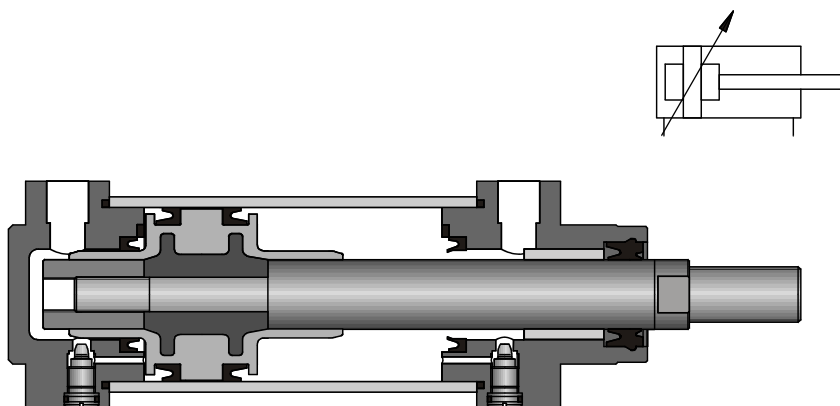


Rys. 3.7 Siłownik dwustronnego działania

Sposób budowy (siłownika dwustronnego działania) jest podobny do siłownika jednostronnego działania. Nie ma natomiast żadnych sprężyn zwrotnych, a oba przyłącza są używane do doprowadzania powietrza i odpowietrzania. Zaletą siłownika dwustronnego działania jest możliwość wykonania pracy w obu kierunkach, dlatego też istnieje wiele sposobów jego zastosowania. Siła przenoszona na tłoczysko jest nieco większa podczas wysuwania tłoczyska niż w trakcie jego powrotu, ponieważ powierzchnia tłoka od strony tłoczyska jest zmniejszona o powierzchnię przekroju tłoczyska.

Siłowniki z amortyzacją w krańcowych położeniach

Jeżeli siłownik porusza większe masy, wtedy stosuje się amortyzację (ruchu tłoka) w skrajnych położeniach, w celu uniknięcia mocnych uderzeń i uszkodzeń siłownika. Przed osiągnięciem skrajnego położenia tuleja tłumiąca odcina swobodny wypływ powietrza do atmosfery. Wypływ może wówczas odbywać się tylko przez bardzo mały otwór, często regulowany przez śrubę. Podczas ostatniej fazy skoku prędkość ruchu tłoka zostaje coraz bardziej zmniejszana. Należy przy tym zwrócić uwagę, by śruby regulacyjne nie były całkiem dokręcone, ponieważ tłoczysko może nie osiągnąć skrajnego położenia.



Rys. 3.8 Siłownik dwustronnego działania z amortyzacją w krańcowych położeniach

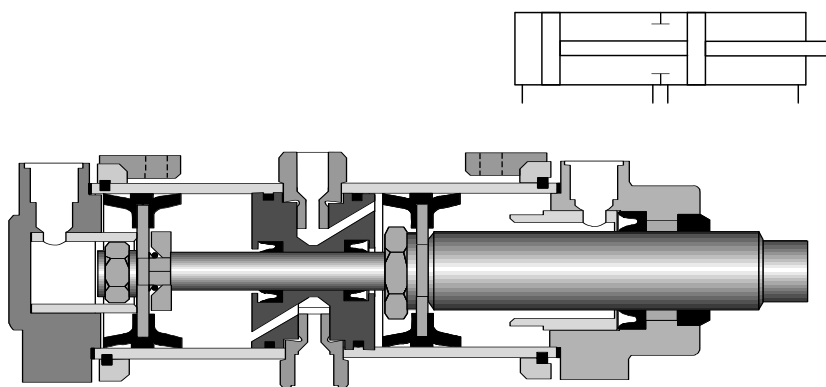
Przy bardzo dużych siłach i dużym przyspieszeniu muszą zostać przewidziane szczególne środki. Należy zamontować zewnętrzne amortyzatory, by spotęgować działanie opóźniające.

Właściwe ustawienie amortyzacji zostaje osiągnięte w następujący sposób:

- dokręcenie śruby regulacyjnej,
- stopniowe odkręcanie śruby regulacyjnej, aż zostanie osiągnięta wymagana wartość.

Siłownik tandem

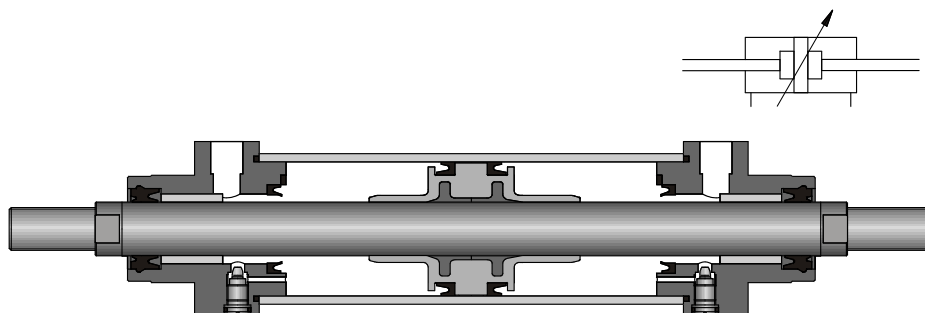
Ta konstrukcja składa się z dwóch siłowników dwustronnego działania tworzących jeden zespół. Dzięki takiemu rozwiązaniu przy równoczesnym zasilaniu obu tłoków podwaja się niemal siła uzyskiwana na tłoczysku. Ten siłownik jest stosowany tam, gdzie wymagana jest duża siła, a względy konstrukcyjne nie pozwalają na zwiększenie średnicy siłownika.



Rys. 3.9 Siłownik tandem

Siłownik z obustronnym tłoczyskiem

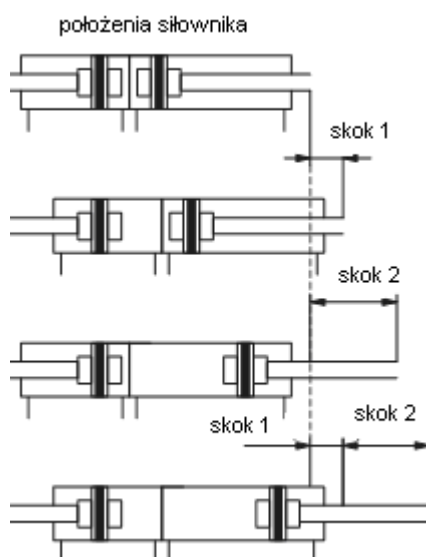
Ten siłownik posiada tłoczysko z obu stron tłoka. Tłoczysko przechodzi przez obie pokrywy siłownika, co zapewnia lepsze jego prowadzenie. Siła w obu kierunkach ruchu jest jednakowo duża. Nieobciążona strona tłoczyska może być wykorzystana do sterowania urządzeniami sygnalizacyjnymi.



Rys. 3.10 Siłownik z obustronnym tłoczyskiem

Siłownik wielopolożeniowy

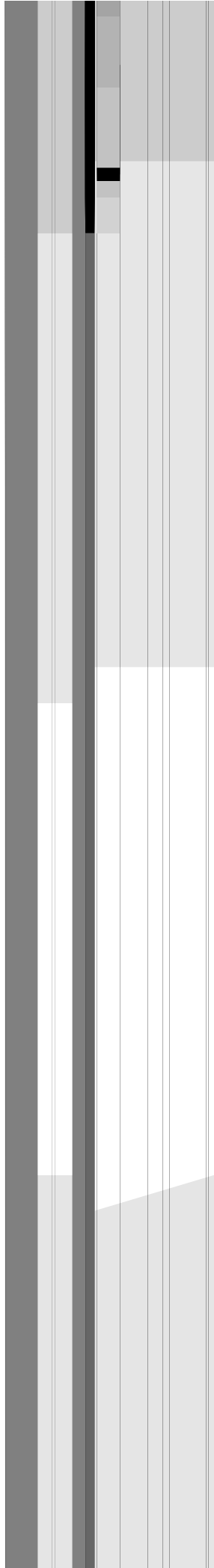
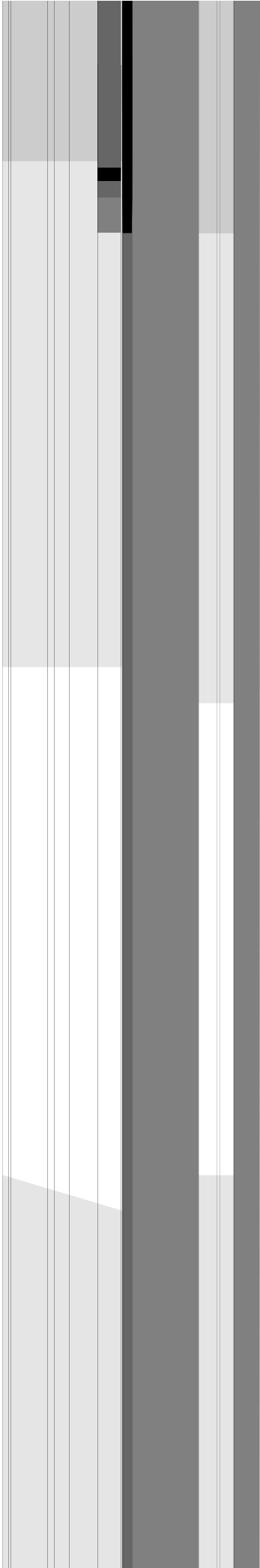
Siłownik wielopolożeniowy składa się z dwóch lub więcej siłowników dwustronnego działania. Są one ze sobą połączone. Zależnie od zasilania sprężonym powietrzem następuje wysunięcie poszczególnych siłowników. Przy dwóch siłownikach o różnych skokach można osiągnąć cztery położenia.



Rys. 3.11 Siłownik wielopolożeniowy

Siłownik obrotowy zębatkowy

W tym wykonaniu siłownika dwustronnego działania tłoczysko wyposażone jest w listwę zębatą. Tłoczysko uruchamia koło zębate, ruch postępowy zostaje zamieniony na obrotowy. Kąty obrotu są różne, od 45° , 90° , 180° , 270° do 360° zasięgu obrotu. Moment obrotowy jest zależny od ciśnienia, powierzchni tłoka i przełożenia, możliwe są wartości do ok. 150 Nm.



Rys. 3.12 Siłownik obrotowy zębatkowy

Siłownik łopatkowy

W siłowniku łopatkowym siła jest przekazywana poprzez łopatkę obrotową bezpośrednio na wałek napędowy. Kąt obrotu jest nastawiany bezstopniowo od 0° do ok. 180° . Moment obrotowy nie powinien przekroczyć 10 Nm.



Rys. 3.13 Siłownik łopatkowy

Cechy napędów obrotowych:

- małe i zwarte,
- dostępne z czujnikami bezdotykowymi,
- nastawialne kąty obrotu,
- łatwe w montażu.

3.3 Siłowniki beztłoczyskowe

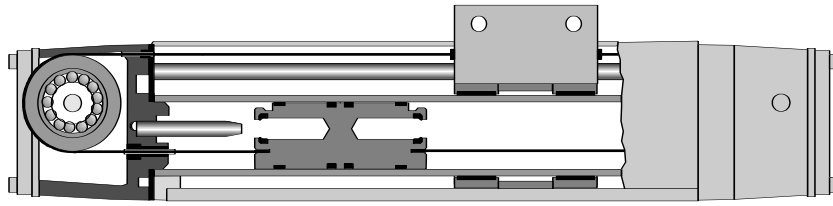
Istnieją trzy sposoby konstrukcji siłowników beztłoczyskowych:

- siłownik taśmowy lub cięgnowy
- siłownik ze sprzężeniem mechanicznym
- siłownik ze sprzężeniem magnetycznym

W porównaniu z tradycyjnym siłownikiem dwustronnego działania siłowniki beztłoczyskowe są krótsze. Eliminuje to ryzyko wygięcia tłoczyska oraz umożliwia ruch w całej długości skoku. Konstrukcja siłownika pozwala osiągnąć długie skoki aż do 10 m. Obciążenie może być bezpośrednio mocowane do wózka lub suwaka. Ponieważ nie ma tłoczyska zmniejszającego powierzchnię tłoka z jednej strony, siły w obu kierunkach ruchu są jednakowe.

Siłownik cięgnowy

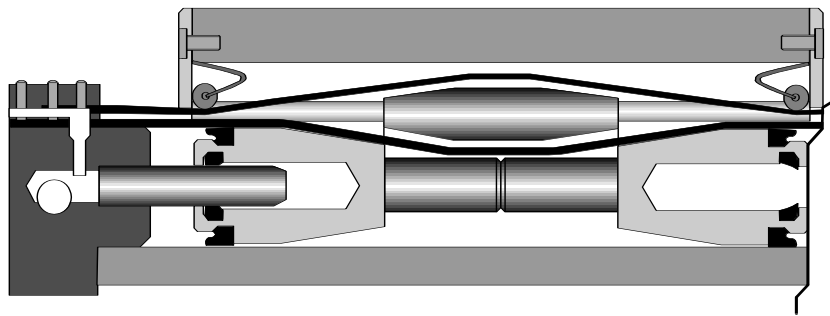
W przypadku siłowników cięgnowych siła tłoka jest przekazywana do suwaka za pomocą cięgna. Opuszczając komorę siłownika cięgno jest uszczelnione. W pokrywach siłownika poprzez rolki prowadzące zostaje zmieniony kierunek ruchu cięgna. Elementy czyszczące zapobiegają przedostaniu się zanieczyszczeń do wnętrza siłownika.



Rys. 3.14 Siłownik ciągnowy

Siłownik ze sprzężeniem mechanicznym

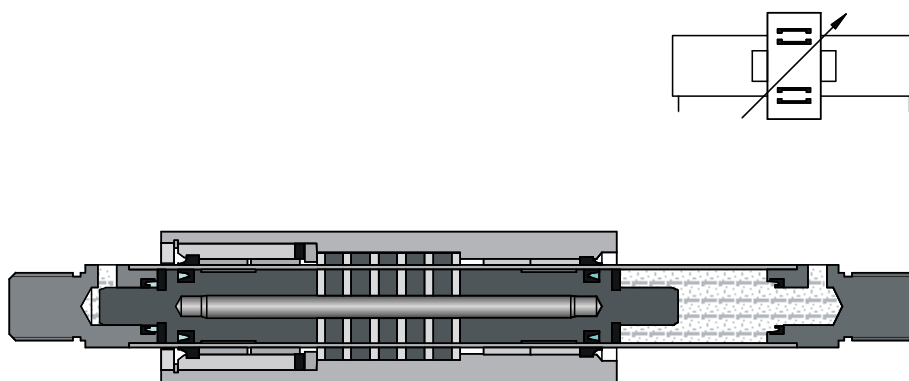
W tym typie korpus siłownika jest wzdłuż całej długości przecięty. Siła jest przekazywana do suwaka, który jest połączony z tłokiem poprzez żebro. Łączące tłok z suwakiem żebro znajduje się w przecięciu korpusu. Rozpięta taśma uszczelniająca umieszczona z wewnętrznej strony przecięcia zapewnia szczelność komór po obu stronach tłoka. Między uszczelkami taśma znajduje się wewnątrz tłoka umożliwiając jego połączenie z suwakiem. Z zewnątrz przecięcie jest zakryte taśmą stalową w celu ochrony przed zanieczyszczeniami.



Rys. 3.15 Siłownik ze sprzężeniem mechanicznym

Siłownik ze sprzężeniem magnetycznym

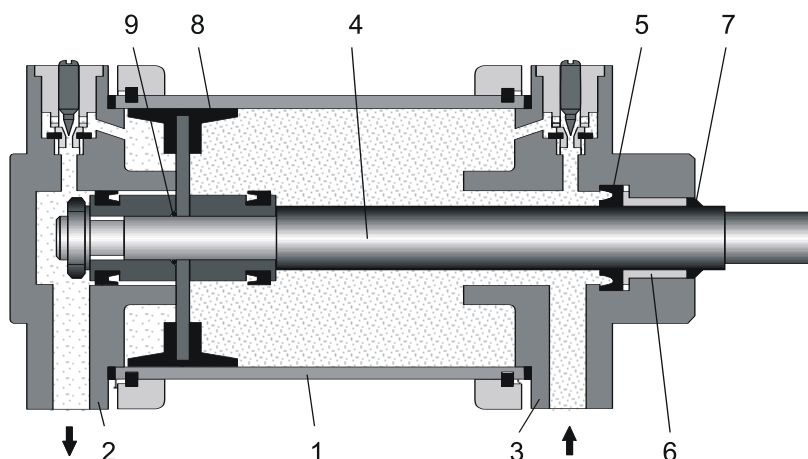
Ten napęd liniowy dwustronnego działania składa się z cienkościennej rury, tłoka i suwaka oraz pokryw. Tłok w siłowniku porusza się swobodnie, zgodnie z działaniem sprężonego powietrza, natomiast nie ma mechanicznego połączenia z elementami zewnętrznymi. Umieszczone na tłoku i suwaku pierścienie z magnesów stałych tworzą połączenie za pomocą pola magnetycznego między tłokiem a suwakiem. Gdy tłok jest poruszony sprężonym powietrzem suwak przesuwa się wraz z nim. Rura stanowiąca korpus siłownika jest szczelnie zamknięta z obu stron pokrywami, aby uniknąć strat ciśnienia.



Rys. 3.16 Siłownik ze sprzężeniem magnetycznym

3.4 Konstrukcja siłownika

Siłownik składa się z tulei siłownika, pokrywy tylnej i przedniej, tłoka z uszczelnieniem (podwójnego pierścienia samouszczelniającego), tłoczyska, tulei prowadzącej, pierścienia zgarniającego, części łącznych i uszczelnień.



Rys. 3.17 Konstrukcja siłownika pneumatycznego z amortyzacją w krańcowych położeniach

Tuleja siłownika (1) w większości przypadków jest wykonana z rury stalowej ciągnionej bez szwu. W celu przedłużenia żywotności elementów uszczelniających powierzchnie ślizgowe tulei siłownika wykonuje się z dużą dokładnością. W szczególnych wypadkach tuleja siłownika może być wykonana z aluminium, mosiądzu lub rur stalowych chromowanych twardo na powierzchni. Te specjalne wykonania stosuje się przy nie zbyt częstych przełączeniach lub gdy wymagana jest szczególna odporność na korozję.

Na pokrywę tylną (2) i przednią (3) stosuje się przeważnie odlewy (aluminium lub żeliwo ciągliwe). Mocowanie obu pokryw z tuleją siłownika może być rozwiązane przy pomocy ściągów, połączeń gwintowych lub kołnierzykowych.

4 Zawory rozdzielające

4.1 Rodzaje

Zawory rozdzielające są urządzeniami, które wpływają na drogę przepływu powietrza, otwierają, zamykają lub zmieniają kierunek. Symbole zaworów informują o liczbie przyłączy, położeniach i sposobie działania. Znaki te nie mówią nic o rozwiązaniu konstrukcyjnym, przedstawiają jedynie działanie zaworu.

Za **położenie zerowe** zaworów z wymuszonym położeniem powrotnym np. przez sprężynę, przyjmuje się położenie, które zajmuje ruchomy element sterujący zaworu w momencie, gdy na zawór nie działają żadne sygnały zewnętrzne.

Położeniem wyjściowym nazywamy takie położenie ruchomego elementu sterującego zaworu, jakie występuje w momencie włączenia ciśnienia do układu pneumatycznego, jak również w przypadku podłączenia napięcia elektrycznego i rozpoczęcia przewidywanego programu przełączania.

Konstrukcja zaworu rozdzielającego ma decydujące znaczenie dla okresu użytkowania zaworu, czasu przełączenia, sposobu uruchamiania, możliwości podłączenia i wielkości zaworu.

Rodzaje konstrukcyjne zaworów rozdzielających:

- zawory grzybkowe (gniazdowe),
→ zawory kulkowe,
→ zawory talerzowe,
- zawory suwakowe,
- zawory z suwakiem tłoczkowym,
- zawory z suwakiem płytkowym,
- zawory z suwakiem obrotowym.

Zawory grzybkowe (gniazdowe)

Elementami otwierającymi lub zamykającymi przełot w zaworach grzybkowych są kulka, talerzyk, płytka lub stożek. Gniazdo zaworu jest uszczelniane z reguły za pomocą uszczeltek elastycznych. Zawory grzybkowe charakteryzują się dużą żywotnością ze względu na małą ilość współpracujących ze sobą części. Poza tym są niewrażliwe na zanieczyszczenia i wytrzymałe. Siła przesterowująca te zawory jest stosunkowo duża, ponieważ musi ona pokonać siły wbudowanej sprężyny powrotnej i siły parcia wywołane przez sprężone powietrze.

Zawory suwakowe

W tego typu zaworach poszczególne przyłącza łączone są ze sobą lub odcinane za pomocą suwaka tłoczkowego, suwaka płytkowego lub obrotowego.

4.2 Zawory rozdzielające 2/2

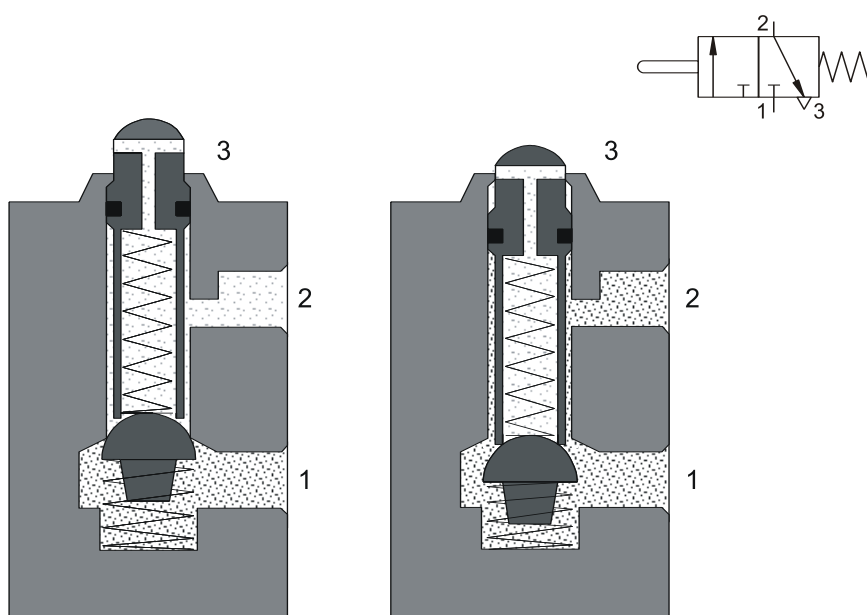
Zawór rozdzielający 2/2 ma dwa przyłącza i dwa położenia (otwarte, zamknięte). W położeniach zamkniętych tych zaworów nie jest przewidziane odpowietrzanie (w

przeciwieństwie do zaworów rozdzielających 3/2). Najczęściej spotykanym rodzajem budowy jest gniazdo kulkowe.

Zawór rozdzielający 2/2 jest uruchamiany ręcznie, mechanicznie lub pneumatycznie.

4.3 Zawory rozdzielające 3/2

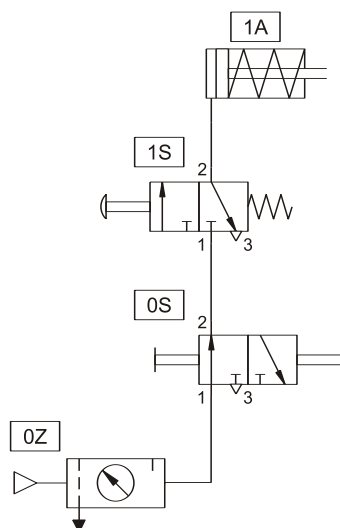
Za pomocą zaworu rozdzielającego 3/2 sygnały mogą być podawane i usuwane. Zawór rozdzielający 3/2 ma trzy przyłącza i dwa położenia. Przez trzecie przyłącze 3 może zostać odpowietrzony przewód sterujący. Kulka jest dociskana przez sprężynę do gniazda zaworu uniemożliwiając przepływ od przyłącza 1 do przyłącza 2 przewodu roboczego. Przyłącze 2 zostaje odpowietrzone wzdłuż popychacza przez przyłącze 3.



Rys. 4.18 Zawór rozdzielający 3/2, położenie zerowe zamknięte, gniazdo kulkowe

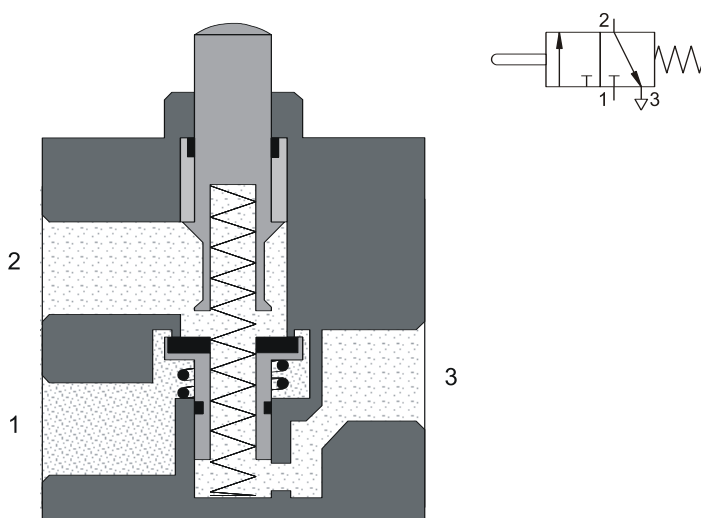
Poprzez uruchomienie popychacza kulka zostaje odsunięta od gniazda. Musi zostać pokonana siła sprężyny powrotnej i siła parcia powietrza na kulkę.

W stanie wysterowanym przyłącza 1 i 2 są połączone, zawór jest przełączony na przepływ. W tym przypadku zawór jest uruchamiany ręcznie lub mechanicznie. Siła przesterowująca zależy od ciśnienia zasilającego i tarcia w zaworze. To ogranicza wielkość zaworu. Zawory rozdzielające kulkowe są proste i zwarte w budowie.



Rys. 4.19 Schemat połączeń: sterowanie siłownikiem jednostronnego działania

Na tym schemacie połączeń siłownik jednostronnego działania 1A jest sterowany zaworem rozdzielającym 3/2 (1S). Zawór uruchamiany przyciskiem znajduje się w położeniu zerowym zamkniętym. Przyłącze 1 jest odcięte, komora tłoka jest odpowietrzona przez przyłącze 2 do 3. Po naciśnięciu przycisku sprężone powietrze może płynąć z przyłącza 1 do 2 i tłok siłownika wysuwa się. Gdy przycisk zostanie zwolniony, siła sprężyny powrotnej zaworu przełącza go. Tłoczek wsuwa się pod wpływem działania siły sprężyny powrotnej siłownika.

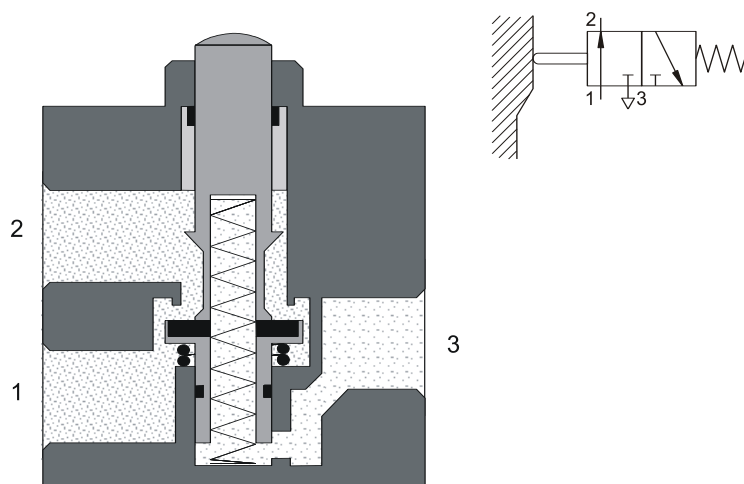


Rys. 4.20 Zawór rozdzielający 3/2, normalnie zamknięty, gniazdo talerzykowe, niewysterowany

Zawór rozdzielający 3/2, normalnie zamknięty

Ten zawór jest zbudowany na zasadzie gniazda talerzykowego. Uszczelnienie jest proste i skuteczne. Czas zadziałania jest krótki, a mała droga ruchu umożliwia otrzymanie dużego przekroju przelotu powietrza po otwarciu. Tak jak zawory z gniazdem kulkowym są one niewrażliwe na zanieczyszczenia i dlatego charakteryzują

się długim okresem użytkowania. Zawory rozdzielające 3/2 są stosowane do sterowania siłownikami jednostronnego działania lub do przesterowania elementów sterujących.



Rys. 4.21 Zawór rozdzielający 3/2, normalnie zamknięty, gniazdo talerzykowe,ysterowany

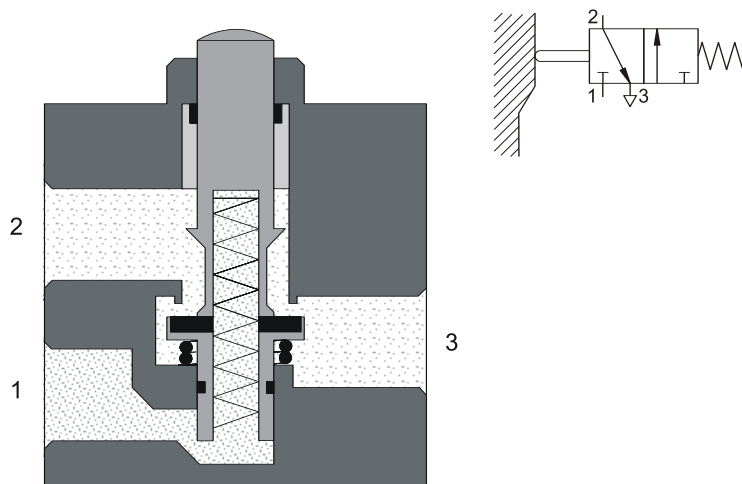
Zawór rozdzielający 3/2, normalnie otwarty

W zaworze w położeniu zerowym przyłącze 1 jest połączone z przyłączem 2. Gniazdo talerzykowe zaworu odcina przyłącze 3. Po wystereowaniu popychacza przyłącze sprężonego powietrza 1 zostaje odcięte i talerzyk zaworu zostaje odsunięty od gniazda. Odpowietrzenie może odbywać się tylko z przyłącza 2 do 3. Gdy popychacz jest niewystereowany, sprężyna powrotna powoduje powrót popychacza i talerzyka do pozycji wyjściowej. Sprężone powietrze przepływa ponownie z przyłącza 1 do 2.

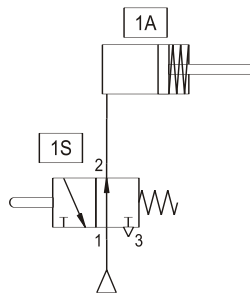
Uruchomienie zaworów rozdzielających 3/2 może odbyć się manualnie, mechanicznie, elektrycznie lub pneumatycznie. Przy wyborze rodzaju uruchomienia należy się kierować wymaganiami sterowania.

Rys. 4.22 Zawór rozdzielający 3/2, normalnie otwarty, gniazdo talerzykowe,

niewysterowany



Rys. 4.23 Zawór rozdzielający 3/2, normalnie otwarty, gniazdo talerzykowe,ysterowany

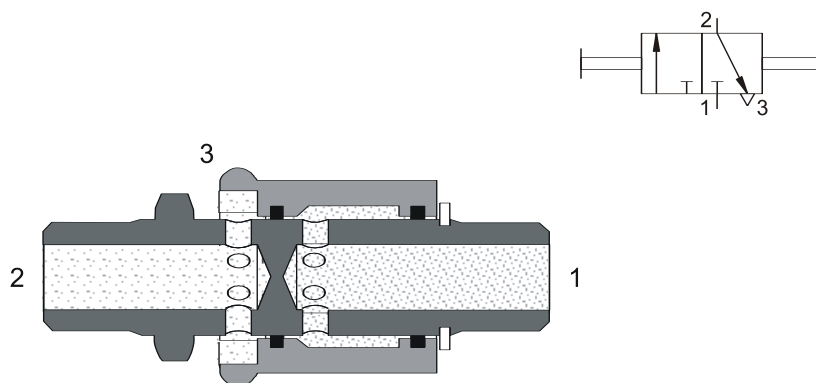


Rys. 4.24 Schemat połączeń: sterowanie siłownikiem jednostronnego działania

W tym schemacie połączeń siłownik jednostronnego działania 1A jest zasilony sprężonym powietrzem poprzez zawór rozdzielający 3/2 1S znajdujący się w położeniu zerowym. Poysterowaniu zaworu zostaje odcięty dopływ powietrza z 1 do 2. Komora tłoka zostaje odpowietrzona poprzez przyłącze 2 do 3, a pod wpływem siły sprężyny powrotnej tłoczysko wsuwa się.

Zawór rozdzielający 3/2 suwakowy sterowny ręcznie

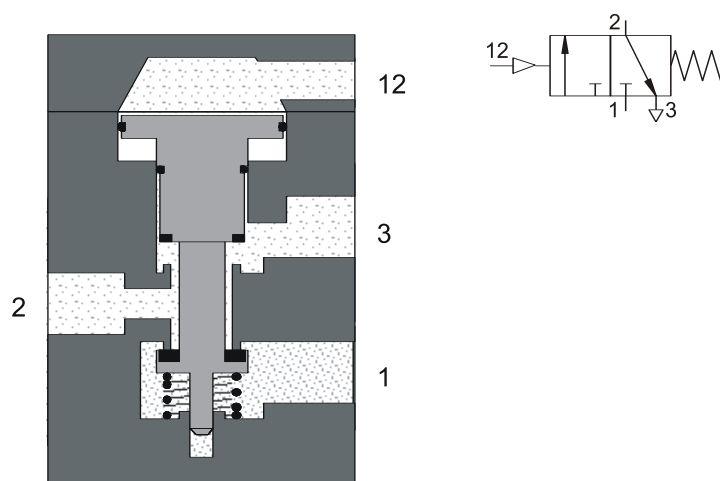
Konstrukcja tego zaworu jest prosta. Ysterowanie odbywa się poprzez przemieszczenie w kierunku podłużnym suwaka w postaci tulejki. Zawór ten jest stosowany jako zawór odcinający i służy przede wszystkim do napowietrzania i odpowietrzania urządzeń sterujących lub elementów urządzeń.



Rys. 4.25 Zawór rozdzielający 3/2 suwakowy sterowny ręcznie

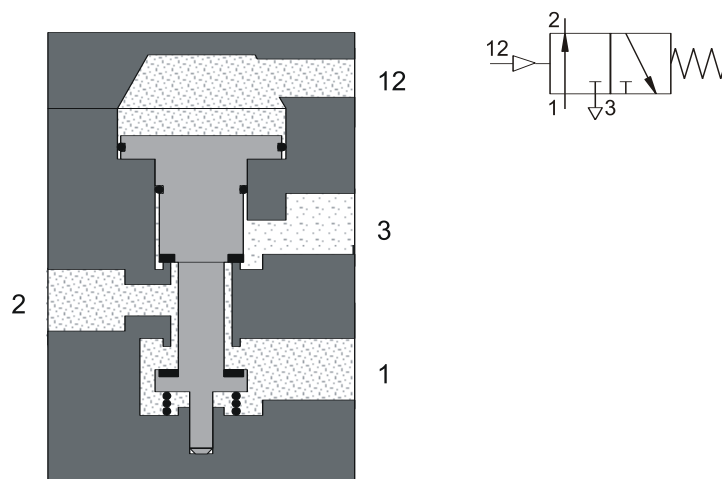
Sterowanie pneumatyczne: pneumatyczny zawór rozdzielający 3/2

Sterowany sprężonym powietrzem pneumatyczny zawór rozdzielający 3/2, jestysterowany poprzez sygnał pneumatyczny na wejściu 12. Zilustrowany schemat połączeń przedstawia zawór sterowany sprężonym powietrzem ze sprężyną powrotną w położeniu zerowym zamkniętym.

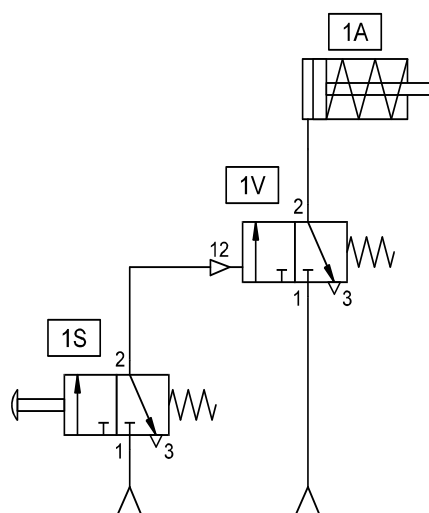


Rys. 4.26 3/2 Zawór rozdzielający pneumatyczny, sterowany sprężonym powietrzem, ze sprężyną powrotną, niewysterowany

W zaworze sterowanym pneumatycznie nacisk na popychacz w kształcie tłoka wywiera sprężone powietrze, doprowadzone do przyłącza 12. Po jego przesunięciu nastąpi otwarcie przełotu z przyłącza 1 do 2. Po odpowietrzeniu przyłącza sterującego 12 tłok sterujący powraca dzięki wbudowanej sprężynie do położenia wyjściowego. Talerz zamyka drogę z 1 do 2. Odpowietrzenie przyłącza roboczego 2 następuje przez przyłącze 3. Zawór rozdzielający 3/2 sterowany pneumatycznie ze sprężyną powrotną może być stosowany w położeniu zerowym jako zawór normalnie zamknięty lub jako zawór normalnie otwarty.



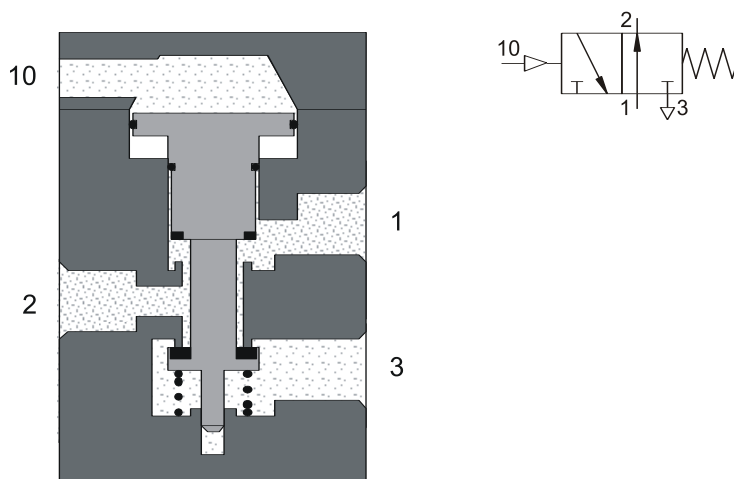
Rys. 4.27 3/2 Zawór rozdzielający pneumatyczny, sterowany sprężonym powietrzem, ze sprężyną powrotną, wysterowany



Rys. 4.28 Schemat połączeń: sterowanie siłownikiem jednostronnego działania

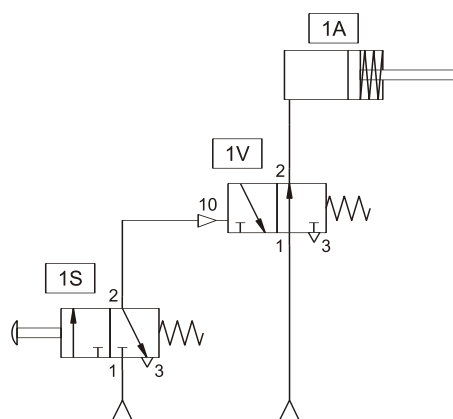
Zasilany sprężonym powietrzem zawór może zostać zastosowany jako element sterujący do sterowania pośredniego. Sygnał do wysunięcia siłownika 1A jest podawany pośrednio poprzez uruchamiany ręcznie zawór rozdzielający 3/2 1S, który podaje dalej sygnał na element sterujący 1V.

Dla otrzymania pozycji normalnie otwartej należy tylko odwrotnie połączyć porty 1 i 3, w stosunku do pozycji normalnie zamkniętej. Płytką zaworu z przyłączem sterującym 12 może zostać obrócona o 180°. Przyłącze sterujące jest wówczas oznaczane jako 10.



Rys. 4.29 Zawór rozdzielający 3/2 sterowny pneumatycznie, położenie zerowe normalnie otwarte, niewysterowany

Jeżeli zawór 1V w położeniu zerowym jest zaworem normalnie otwartym, wówczas w położeniu wyjściowym tłok jest wysunięty i wsuwa się po naciśnięciu przycisku zaworu 1S.

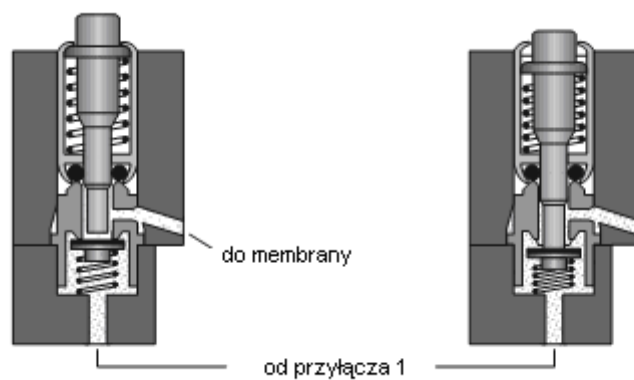


Rys. 4.30 Schemat połączeń: sterowanie pośrednie siłownikiem jednostronnego działania

Zawór rozdzielający 3/2 dźwigniowy z rolką zysterowaniem wstępnym

Zawory ze wstępnymysterowaniem wymagają niewielkich sił przesterowujących. Kanał o małej średnicy łączy przyłącze sprężonego powietrza 1 z zaworem sterowania pośredniego. Naciśnięcie rolki powoduje przepływ sprężonego powietrza przez ten zawór do komory nad membranę. Ciśnienie wywierane na membranę powoduje ruch popychacza z grzybkiem w dół. Przesterowanie zaworu odbywa się w dwóch fazach: najpierw następuje odcięcie przyłącza 2 do 3, a następnie zostaje otwarty przełot z 1 do 2.

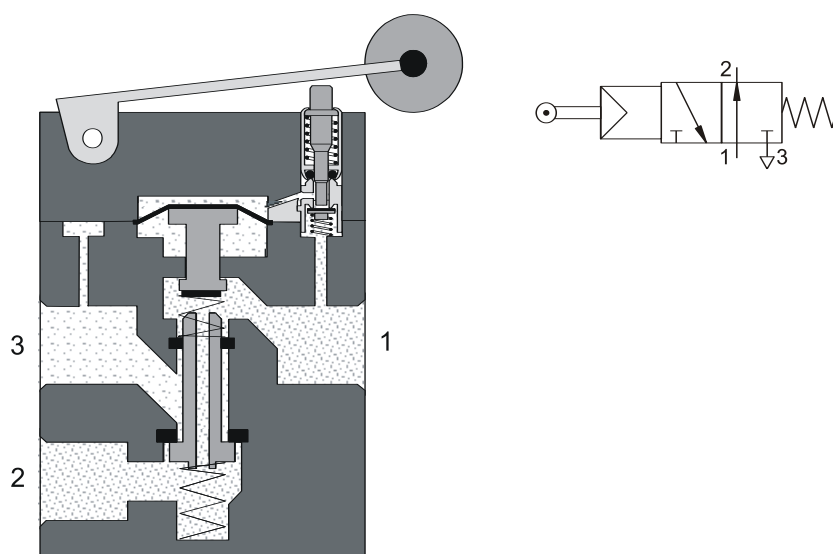
Powrót do położenia wyjściowego odbywa się po ustaniu nacisku na rolkę. Zawór sterowania pośredniego zamyka się odpowietrzając jednocześnie komorę nad membranę. Wbudowana sprężyna dociska grzybek sterujący do gniazda zaworu powodując jego powrót do położenia wyjściowego.



Rys. 4.31 Jednostka wysterowania wstępnego: po lewej niewysterowana, po prawej wysterowana

Również ten rodzaj zaworów może być stosowany (w położeniu zerowym), jako zawór normalnie otwarty lub normalnie zamknięty. Należy jedynie zamienić przyłącza 1 i 3 oraz przemontować dźwignię z rolką o 180°.

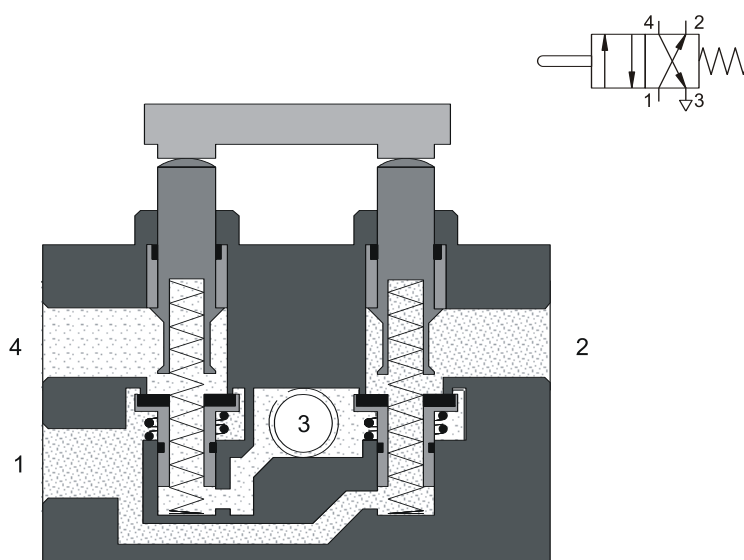
Rys. 4.32 Zawór rozdzielający 3/2 dźwigniowy z rolką, ze wstępnym wysterowaniem, położenie zerowe - normalnie zamknięte



Rys. 4.33 Zawór rozdzielający 3/2 dźwigniowy z rolką, ze wstępnym wysterowaniem, położenie zerowe-normalnie otwarte

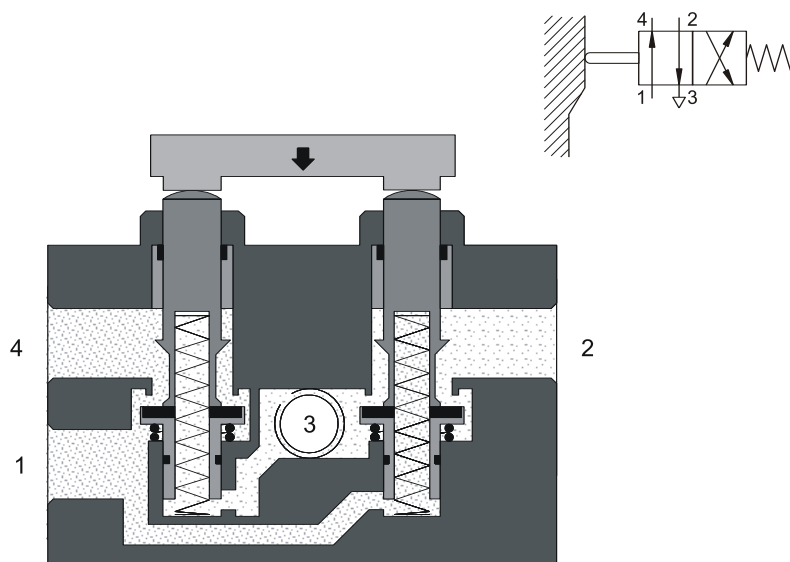
4.4 Zawory rozdzielające 4/2

Zawór rozdzielający 4/2 ma cztery przyłącza i dwa położenia



Rys. 4.34 Zawór rozdzielający 4/2, gniazdo talerzykowe, niewysterowany

Zawór rozdzielający 4/2 spełnia taką samą funkcję jak kombinacja dwóch zaworów rozdzielających 3/2, przy czym jeden zawór w położeniu zerowym jest zamknięty, a drugi otwarty.



Rys. 4.35 Zawór rozdzielający 4/2, gniazdo talerzykowe,ysterowany

Sterowanie zaworem: Dwa popychacze zostają uruchomione jednocześnie i odcinają przyłącze 1 do 2 i 4 do 3. Poprzez dalsze dociskanie popychaczy do gniazda talerzykowego i pokonaniu sił sprężyn powrotnych otwierają się przyłącza 1 do 4 i 2 do 3.

Zawór ten posiada jedno przyłącze do odpowietrzania, a za pomocą sprężyny powrotnej wraca do położenia wyjściowego. Zawory te są stosowane do sterowania siłownikami dwustronnego działania.



Rys. 4.36 Schemat połączeń: bezpośrednie sterowanie siłownikiem dwustronnego działania

Wśród zaworów rozdzielających 4/2 są stosowane zawory jednostronnie uruchamiane sprężonym powietrzem ze sprężyną powrotną oraz obustronnie uruchamiane sprężonym powietrzem, jako zawory dźwigniowe z rolką zysterowaniem wstępnym lub jako zawory suwakowe z suwakiem płytkowym lub tłoczkowym. Zawór rozdzielający 4/2 jest stosowany z reguły do takich samych zadań jak zawór rozdzielający 5/2.

4.5 Zawory rozdzielające 5/2

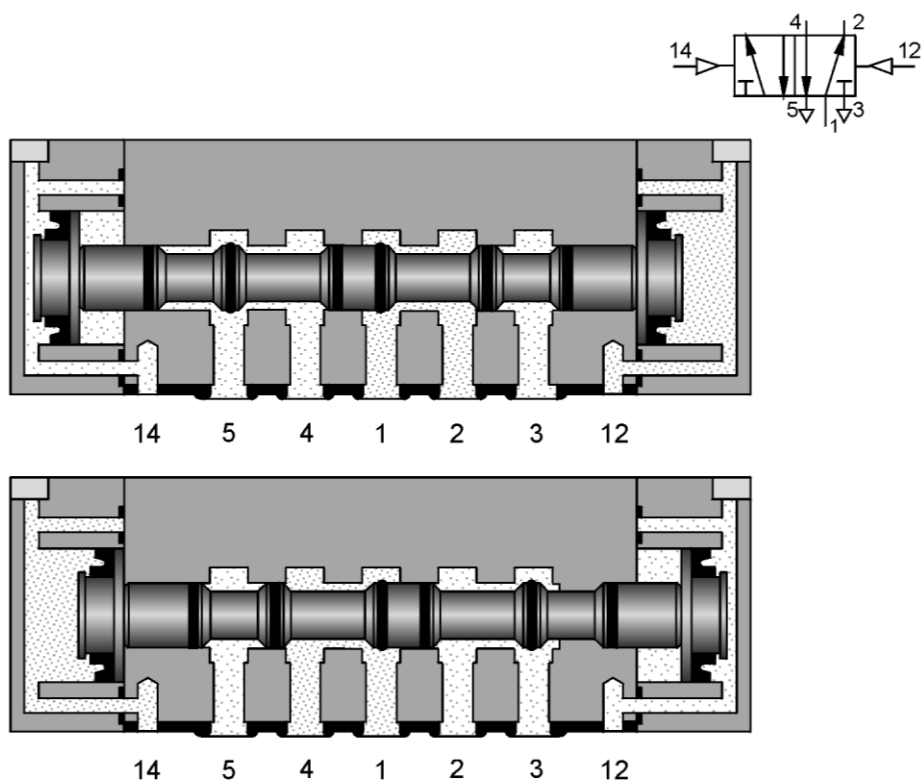
Zawór rozdzielający 5/2 ma pięć przyłączy roboczych i dwa położenia. Jest stosowany głównie jako element ustawczy do sterowania siłownikami.

Przykładem zaworu rozdzielającego 5/2 jest zawór suwakowy. Jako element sterujący posiada on zawór tłoczkowy, który wskutek przesunięcia łączy ze sobą ewentualnie odcina odpowiednie przyłącza. Siła konieczna do przesterownia zaworu jest tutaj mniejsza niż przy zaworach grzybkowych lub talerzowych, ponieważ oddziaływanie sprężonego powietrza na powierzchnię suwaka wzajemnie się równoważy.

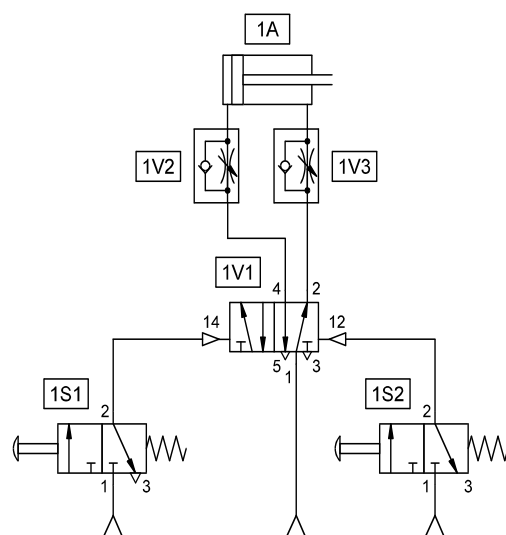
W zaworze suwakowym stosuje się wszystkie rodzaje sterowań – ręczne, mechaniczne, elektryczne lub pneumatyczne. Sterowania te można również użyć do ustawienia zaworu w położeniu wyjściowym.

Droga elementu sterującego jest znacznie dłuższa niż przy zaworach grzybkowych. W zaworach suwakowych problemy sprawia uszczelnienie suwaka w obudowie. Znane z hydrauliki uszczelnienie: metal na metal wymaga dokładnego dopasowania suwaka w otworze obudowy.

Szerokość szczeliny między płytkami a otworem obudowy w zaworach pneumatycznych powinna być jak najmniejsza, ponieważ w przeciwnym wypadku straty przez nieszczelności będą zbyt duże. Typowe wartości szerokości szczeliny wynoszą od 0,002mm do 0,004mm. Aby zmniejszyć koszty wykonania, uszczelnienie wykonuje się w suwaku za pomocą pierścienia typu O i pierścieni wargowych lub w korpusie zaworu przy pomocy pierścienia typu O. Dla zmniejszenia zużycia uszczelnień przyłącza wykonuje się niejednokrotnie w postaci małych otworów rozmieszczonych na obwodzie tulei wprasowanej w obudowę zaworu.



Rys. 4.37 Zawór rozdzielający 5/2 impulsowy z suwakiem tłoczkowym



Rys. 4.38 Schemat połączeń: pośrednie sterowanie siłownikiem dwustronnego działania

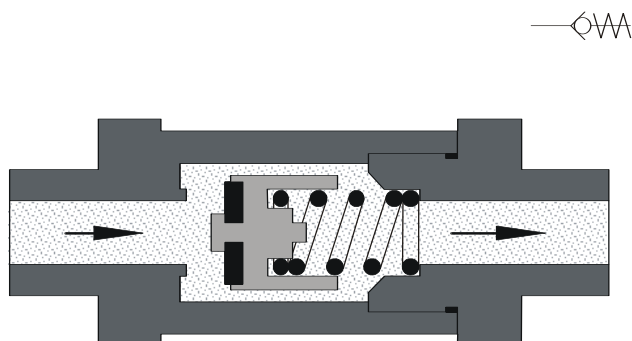
Zawór rozdzielający 5/2 często jest stosowany zamiast zaworu rozdzielającego 4/2. Za pomocą zaworu rozdzielającego powietrze może zostać odprowadzone przy wsunięciu i wysunięciu tłoczyska poprzez oddzielne przyłącza odpowietrzające. Sterowanie zaworami rozdzielającymi 4/2 i 5/2 jest w zasadzie takie samo.

4.6 Zawory zwrotne

Zawory zwrotne zamykają przepływ w jednym kierunku, a otwierają w kierunku przeciwnym. Ciśnienie na wyjściu obciąża element zamykający uszczelniając dodatkowo ten zawór.

Zawory zwrotne

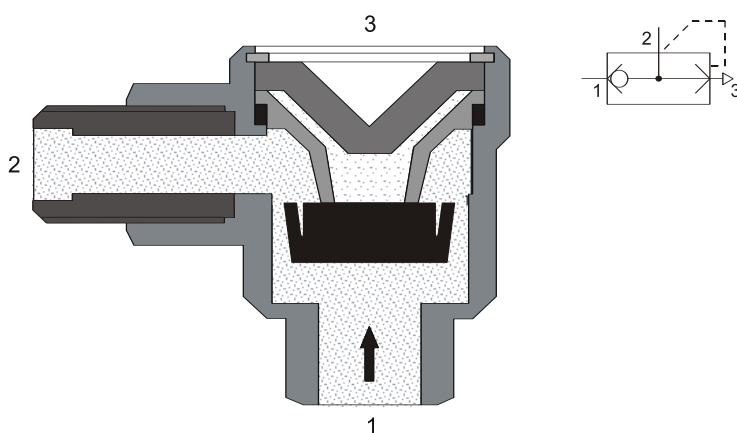
Zawory zwrotne mogą całkowicie zamknąć przepływ w jednym kierunku, natomiast przepływ w kierunku przeciwnym może się odbywać z możliwie małą stratą ciśnienia. Elementem zamykającym przepływ w tych zaworach może być kulka, stożek, płytka lub przepona.



Rys. 4.39 Zawór zwrotny

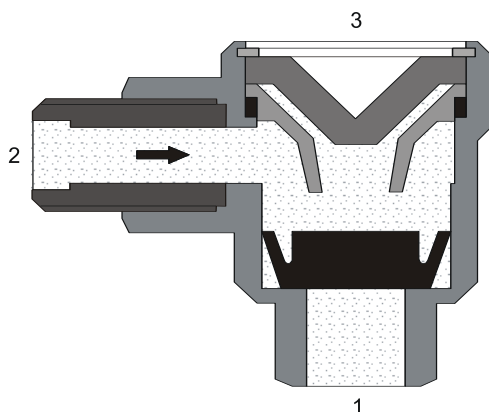
Zawory szybkiego spustu

Zawory szybkiego spustu służą do zwiększania prędkości ruchu tłoka w siłownikach. Czasy ruchu powrotnego ulega skróceniu przede wszystkim w siłownikach jednostronnego działania. Tłoczek może wsunąć się z prawie pełną prędkością, ponieważ opór przepływu zużytego powietrza zostaje zredukowany w trakcie wsuwania się tłoczyska poprzez zawór szybkiego spustu. Powietrze zostaje odprowadzone przez relatywnie duży otwór wylotowy. Zawór ten posiada odcinane przyłącze robocze 1, odcinane odpowietrzenie 3 i wyjście 2.

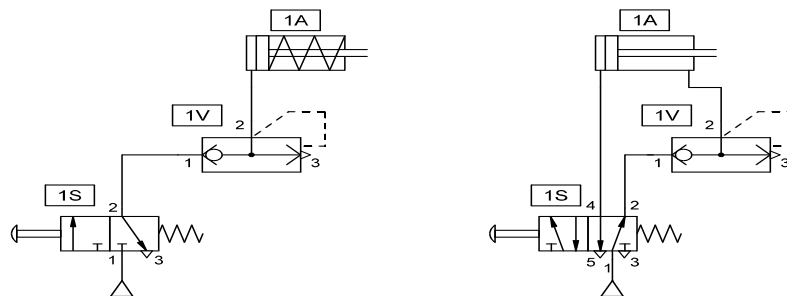


Rys. 4.40 Zawór szybkiego spustu, przepływ z 1 do 2

Jeśli przyłącze 1 jest zasilane ciśnieniem, wtedy uszczelka odcina odpowietrzenie 3, sprężone powietrze przepływa z 1 do 2. Jeśli przyłącze 1 połączymy z atmosferą, wtedy powietrze wydostające się z 2 odcina przy pomocy ruchomej uszczelki przyłącze 1. Zużyte powietrze może natychmiast wypłynąć do otoczenia i nie musi pokonywać przy tym żadnej długiej i być może wąskiej drogi przez przewody do zaworu rozdzielającego. Dla uzyskania właściwego efekt działania zawory szybkiego spustu powinny być montowane bezpośrednio lub możliwie jak najbliżej siłownika.



Rys. 4.41 Zawór szybkiego spustu, odpowietrzenie z 2 do 3



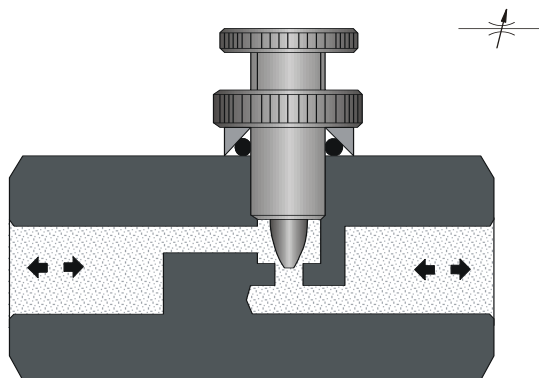
Rys. 4.42 Schemat połączeń z zaworem szybkiego spustu

4.7 Zawory przepływowe

Zawory przepływowe zmniejszają natężenie przepływu sprężonego powietrza w obu kierunkach. Zawór dławiący jest zaworem przepływowym.

Zawór dławiący, dławienie w obu kierunkach

Zawory dławiące są z reguły regulowane. Ustawiony zawór można zablokować. Zawory dławiące są stosowane do regulacji prędkości siłowników. Należy zwrócić uwagę, aby zawór dławiący nigdy nie był całkowicie zamknięty.



Rys. 4.43 Zawór dławiący

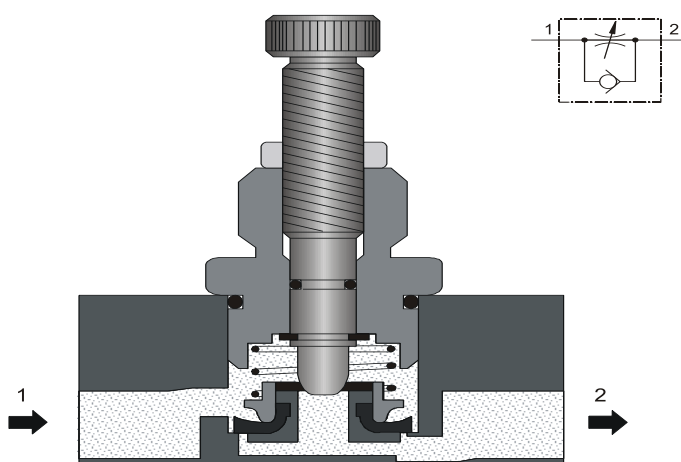
Cechy konstrukcyjne zaworów dławiących:

- zawór dławiący – zwężka: długość dławienia jest większa niż średnica przelotu
- zawór dławiący – kryza: długość dławienia jest mniejsza niż średnica przelotu

Zawory dławiąco - zwrotne

W zaworze dławiąco- zwrotnym dławienie powietrza następuje tylko w jednym kierunku. Zawór zwrotny zamyka przepływ powietrza w jednym kierunku, a powietrze może przepływać tylko przez nastawiany przekrój. Przy przepływie w przeciwnym kierunku powietrze przepływa swobodnie przy otwartym zaworze zwrotnym. Zawory te

służą do regulacji prędkości siłowników pneumatycznych. Powinny być one w miarę możliwości montowane bezpośrednio na siłownikach.



Rys. 4.44 Zawór dławiąco - zwrotny

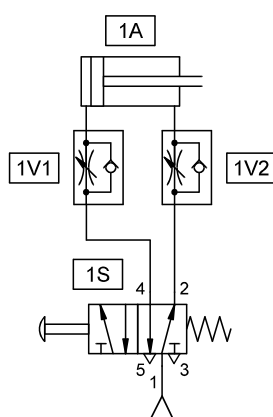
Zasadniczo są dwa rodzaje dławienia w siłownikach dwustronnego działania:

- dławienie na wlocie
- dławienie na wylocie

Dławienie na wlocie

Przy dławieniu na wlocie zawory dławiąco- zwrotne są tak montowane, że dławią powietrze dopływające do siłownika. Zużyte powietrze może wydostać się do atmosfery przez zawór zwrotny odpływu. Drobne zmiany obciążenia na tłoczysku, spowodowane np. oporem krańcówki, powodują duże zmiany prędkości ruchu tłoka).

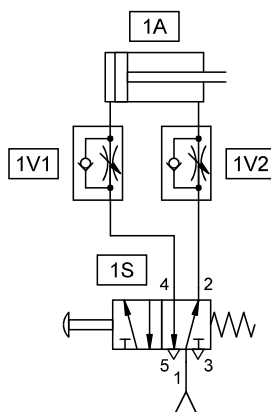
Obciążenie w kierunku ruchu siłownika powoduje przyspieszenie siłownika ponad nastawioną wartość. Dlatego dławienie na wlocie stosuje się przy siłownikach jednostronnego działania o małej pojemności komór roboczych.



Rys. 4.45 Dławienie na wlocie

Dławienie na wylocie

Przy dławieniu na wylocie powietrze zasilające przepływa swobodnie do siłownika, a dławienie stawia opór wypływającemu powietrzu. Tłok przesuwany jest między dwiema poduszkami powietrznymi, które wytwarzają się przez ciśnienie na wlocie i przez ciśnienie spowodowane dławieniem. Dławienie na wylocie powoduje istotne polepszenie równomierności prędkości tłoka siłownika. Przy siłownikach dwustronnego działania powinno się dlatego stosować dławienia na wylocie. Przy małych siłownikach ze względu na niewielką objętość przestrzeni roboczej należy stosować dławienie na wlocie i wylocie.



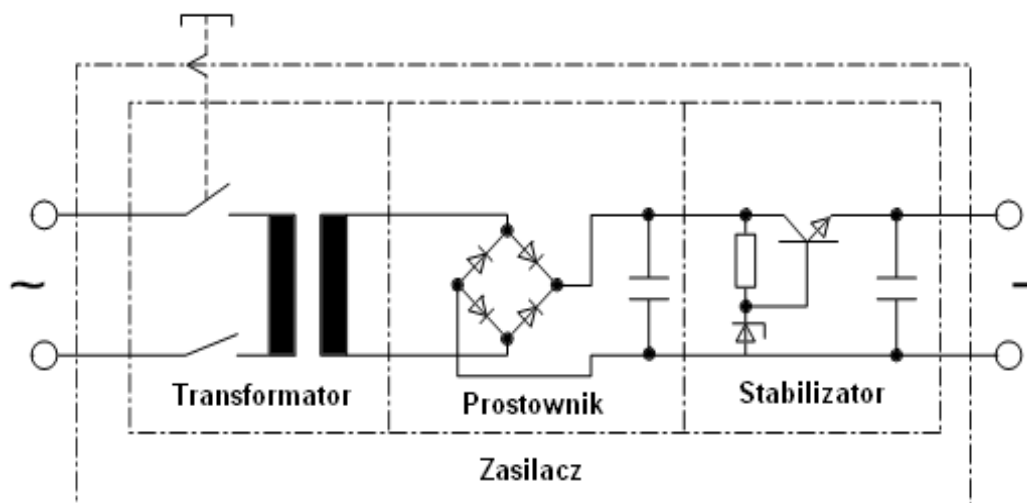
Rys. 4.46 Dławienie na wylocie

5 Elementy i podzespoły elektrycznego modułu sterującego.

5.1 Zasilacz

Moduł sterujący elektropneumatycznego sterownika zaopatrywany jest w energię elektryczną z sieci elektrycznej. W tym celu sterownik wyposażony jest w moduł zasilacza (Rys. 5.47). Poszczególne podzespoły zasilacza spełniają następujące funkcje:

- Transformator służy do zredukowania wielkości napięcia. Na wejściu transformatora przyłożone jest napięcie sieciowe (np. 230 V napięcia przemiennego), na wyjściu zmniejszone napięcie (np. 24 V napięcia przemiennego).
- Prostownik zamienia napięcie przemiennie na napięcie stałe. Kondensator na wyjściu prostownika służy do wygładzenia napięcia.
- Regulacja napięcia na wyjściu zasilacza jest niezbędna w celu utrzymywania stałego napięcia niezależnie od wielkości płynącego prądu.



Rys. 5.47 Podzespoły modułu zasilacza sterownika elektropneumatycznego.

Wskazówka dot. bezpieczeństwa.

Uwaga !

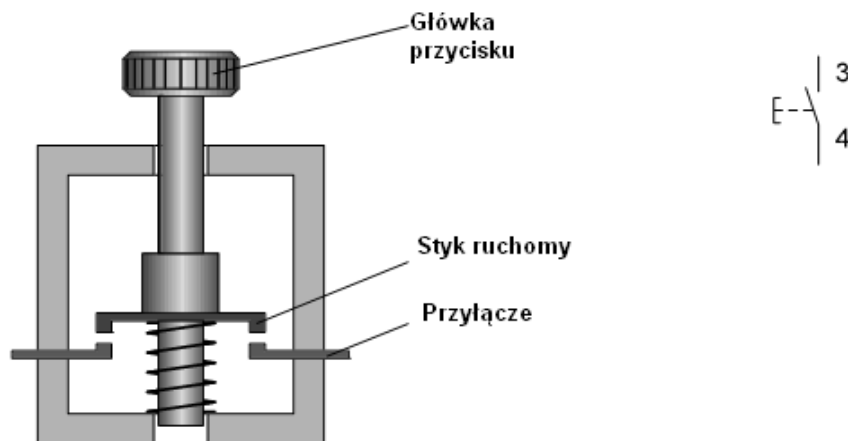
Ze względu na wysokie napięcie wejściowe zasilacze są zaliczane do urządzeń wysokonapięciowych (DIN/VDE 100). Należy przestrzegać przepisów dotyczących urządzeń wysokonapięciowych. Prace przy zasilaczach mogą być więc wykonywane wyłącznie przez uprawnione do tego osoby.

5.2 Przycisk i przełącznik

W celu zasilenia prądem odbiornika włączonego do obwodu elektrycznego lub w celu przerywania przepływu prądu, do obwodu wbudowywane są włączniki. Włączniki dzielą się ze względu na budowę na przyciski i przełączniki.

- W przypadku przełącznika obydwie jego położenia są mechanicznie blokowane. Dane położenie pozostaje więc niezmienione do momentu ponownego jego przełączenia. Przykładem mogą być włączniki oświetlenia w mieszkaniu.
- W przypadku przycisku pozycja załączenia jest aktywna tylko wtedy gdy przycisk jest wciśnięty. Przyciski używane są np. do włączenia dzwonka.

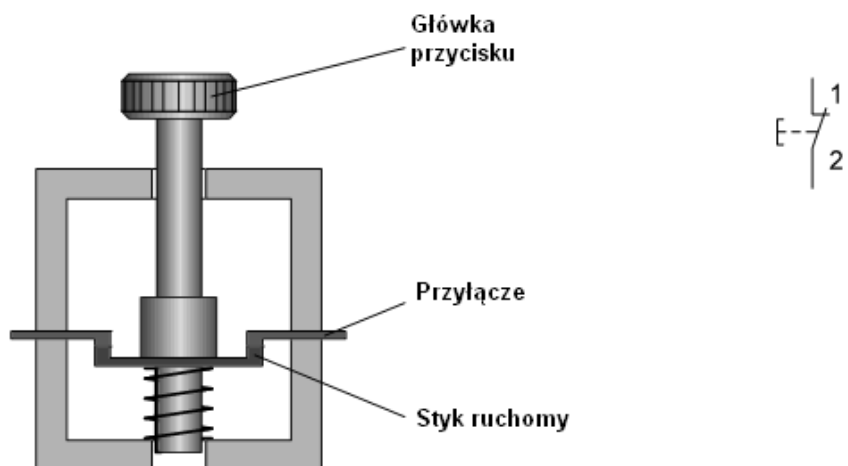
W przypadku przycisku normalnie otwartego (NO) obwód prądu jest przerywany przy jego położeniu spoczynkowym. Przy wciśnięciu przycisku obwód prądu zostanie zamknięty i prąd popłynie do odbiornika. Po zwolnieniu przycisku wraca on siłą sprężyny do położenia spoczynkowego i obwodu prądu jest przerywany.



Rys. 5.48 Przycisk NO - schemat i rysunek poglądowy

Przycisk normalnie zwarty (NZ).

W przypadku przycisku normalnie zwartego w położeniu spoczynkowym obwód prądu jest zamknięty siłą sprężyny. Przy naciśnięciu przycisku obwód prądu jest przerywany.



Rys. 5.49 Przycisk NZ - rysunek przekrojowy i oznaczenie schematyczne

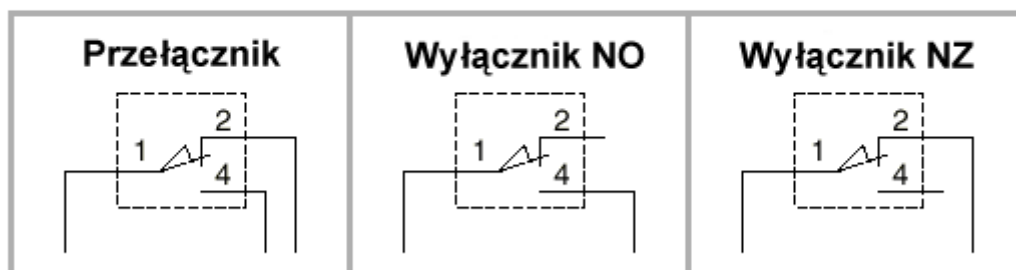
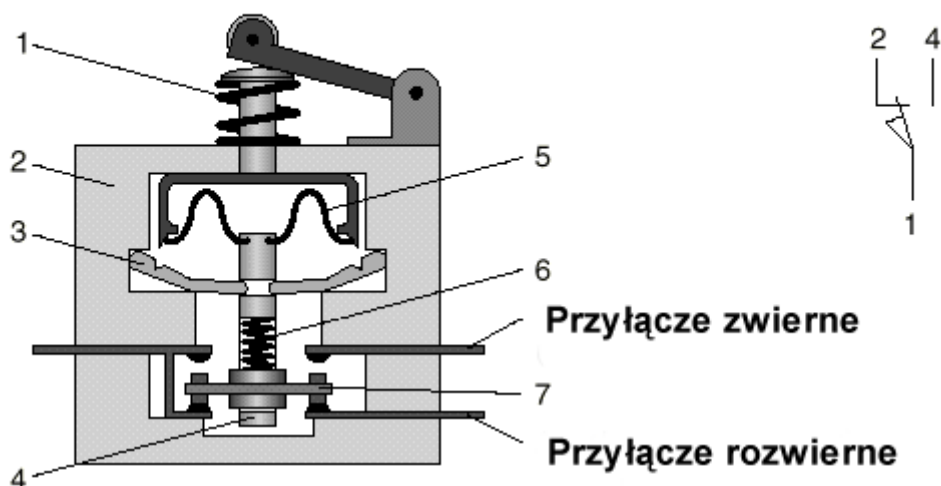
5.3 Czujniki mechaniczne i ciśnieniowe

Czujniki mają za zadanie zbieranie informacji i przekazywanie ich w łatwo

przetwarzalnej formie do dalszej obróbki. Przy sterowaniu elektropneumatycznym czujniki stosowane są głównie w celu:

- rozpoznawania skrajnych położenia tłoczyska siłownika,
- określania obecności detalu,
- pomiaru i kontroli ciśnienia.

Wyłącznik krańcowy zostanie pobudzony, gdy element maszyny lub detal znajdą się w odpowiedniej pozycji. Z reguły następuje to poprzez wciśnięcie trzpień. Wyłączniki krańcowe posiadają najczęściej komplementarne styki. W zależności od potrzeby mogą być wykorzystywane jako wyłączniki NO, NZ, lub przełączniki.



Rys. 5.50 Wyłącznik krańcowy, mechaniczny - budowa i sposoby podłączenia

- 1 - sprężyna zwrotna
 2 - obudowa
 3 - trzpień prowadzący
 4 - dźwignia odbojowa
 5 - profilowana sprężyna płaska
 6 - sprężyna zwrotna styków
 7 - styk ruchomy

Czujniki zbliżeniowe.

W przeciwieństwie do wyłączników krańcowych w przypadku czujników zbliżeniowych załączenie ma miejsce bez dotykowo.

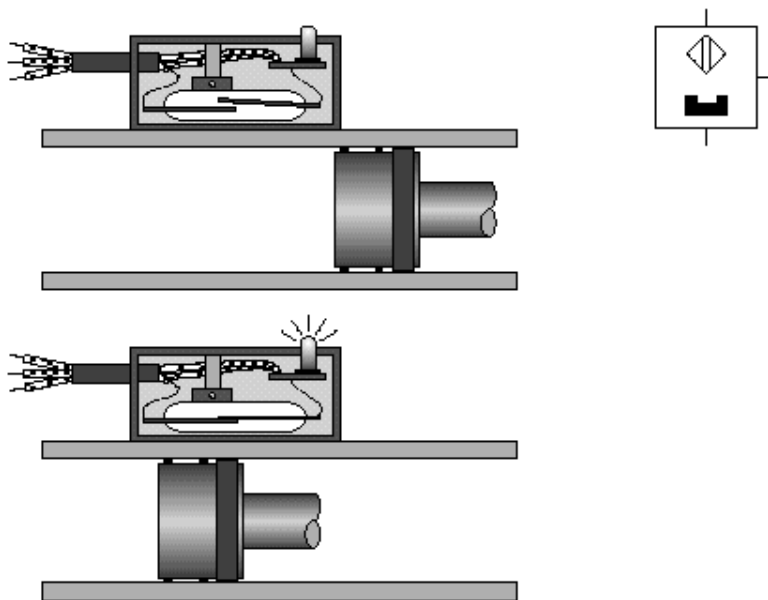
Dzięki temu czujniki zbliżeniowe charakteryzują się dużą trwałością i niezawodnością działania. Rozróżniamy:

- czujniki kontaktronowe
- indukcyjne czujniki zbliżeniowe
- pojemnościowe czujniki zbliżeniowe
- optyczne czujniki zbliżeniowe

Czujniki kontaktronowe.

Czujniki kontaktronowe są czujnikami zbliżeniowymi reagującymi na pole magnetyczne. Zbudowane są one z dwóch wąskich styków umieszczonych w, wypełnionej gazem ochronnym, rurce szklanej. Pod wpływem magnesu obydwie styki zwierają się, tak że możliwy jest przepływ prądu. W czujnikach kontaktronowych, pracujących jako normalnie zwarte, styki naprężane są przy pomocy małego magnesu. To naprężenie likwidowane jest przy pomocy o wiele silniejszego pola magnetycznego magnesu przełączającego.

Czujniki kontaktronowe charakteryzują się wysoką żywotnością oraz bardzo krótkim czasem przełączania (ok. 0,2 ms). Nie wymagają konserwacji, nie mogą być jednak używane w miejscach o dużym natężeniu pola magnetycznego (np. w pobliżu spawarek elektrycznych).



Rys. 5.51 Czujnik kontaktronowy (NO)

Czujniki elektroniczne

Czujniki indukcyjne, optyczne i pojemnościowe zaliczają się do czujników

elektronicznych. Z reguły posiadają one trzy przyłącza:

- przyłącze napięcia zasilającego
- przyłącze masowe
- przyłącze sygnału wyjściowego

W przypadku tych czujników nie występuje przełączenie żadnego ruchomego styku. W miejsce tego, wyjście czujnika łączone jest, w sposób elektroniczny, albo z zasilaniem albo z jego masą (napięcie wyjściowe = 0V).

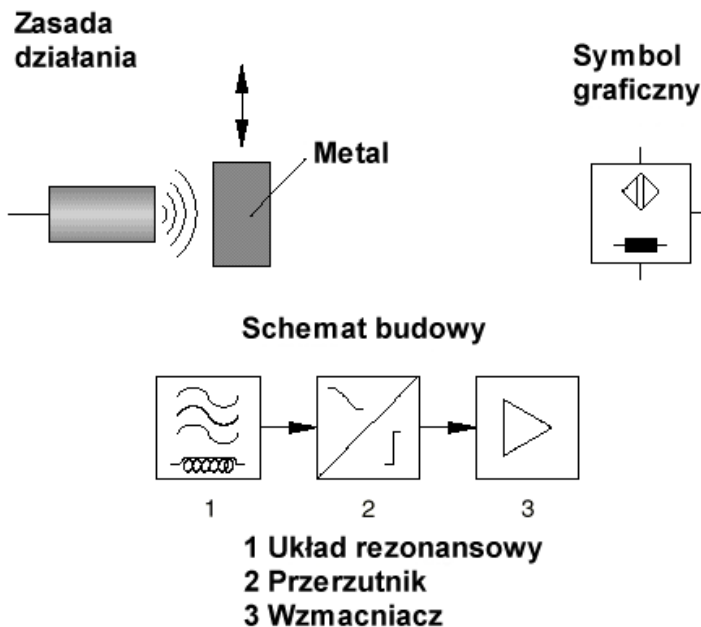
W zależności od polaryzacji sygnału wyjściowego występują dwa różne wykonania elektronicznych czujników zbliżeniowych:

- W przypadku czujników o polaryzacji dodatniej na wyjściu występuje zerowe napięcie gdy w strefie zadziałania czujnika nie znajduje się żaden przedmiot. Zbliżenie detalu lub części maszyny prowadzi do przełączenia wyjścia, tak że przyłożone jest na nim napięcie zasilania.
- W przypadku czujników o polaryzacji ujemnej na wyjściu przyłożone jest napięcie zasilające, gdy w strefie zadziałania czujnika nie znajduje się żaden przedmiot. Zbliżenie przedmiotu prowadzi do przełączenia wyjścia na napięcie 0V.

Indukcyjne czujniki zbliżeniowe

Indukcyjny czujnik zbliżeniowy składa się z elektronicznego układu rezonansowego (1), przerzutnika (2) oraz wzmacniacza. Przy podaniu napięcia na przyłącza obwód rezonansowy wytwarza wysokoczęstotliwościowe zmienne pole magnetyczne, które emitowane jest przez powierzchnię czynną czujnika. Jeśli w tym polu magnetycznym umieścimy przewodnik elektryczny to obwód rezonansowy zostanie wytłumiony. Umieszczona dalej elektronika składająca się z przerzutnika i wzmacniacza ocenia stan obwodu rezonansowego i pobudza wyjście.

Przy pomocy czujników indukcyjnych można wykrywać wszystkie materiały będące dobrymi przewodnikami elektrycznymi, obok metali również np. grafit.



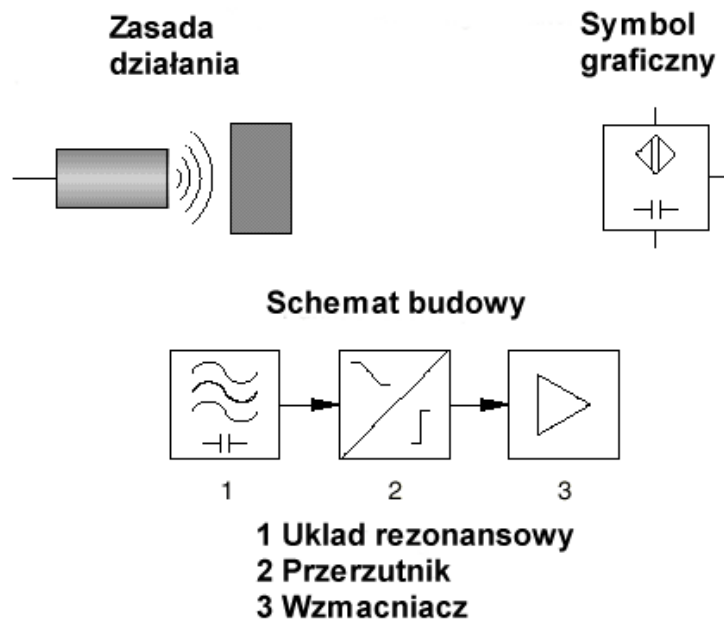
Rys. 5.52 Indukcyjny czujnik zbliżeniowy

Pojemnościowe czujniki zbliżeniowe

Pojemnościowy czujnik zbliżeniowy zbudowany jest z kondensatora i opornika elektrycznego tworzących wspólnie obwód rezonansowy typu RC, jak też układu elektronicznego mierzącego drgania. Między aktywną i masową elektrodą kondensatora wytwarzane jest pole elektrostatyczne. Na powierzchni czynnej czujnika wytwarza się pole rozproszone. Jeśli umieścimy przedmiot w tym polu to zmienia się pojemność kondensatora.

Następuje wytłumienie obwodu rezonansowego. Umieszczona dalej elektronika pobudza wyjście.

Czujniki pojemnościowe reagują nie tylko na materiały o dużej przewodności elektrycznej (np. metale), ale na wszystkie izolatory o dużym współczynniku dielektrycznym np. tworzywa sztuczne, szkło, ceramikę, ciecze, i drewno.



Rys. 5.53 Pojemnościowy czujnik zbliżeniowy

Optyczne czujniki zbliżeniowe

W optycznych czujnikach zbliżeniowych w celu wykrywania obiektów wykorzystywane są zjawiska optyczne i elektroniczne. W tym celu używane jest światło czerwone lub podczerwone. Szczególnie niezawodnymi źródłami światła czerwonego i podczerwonego są diody świetlne (LED).

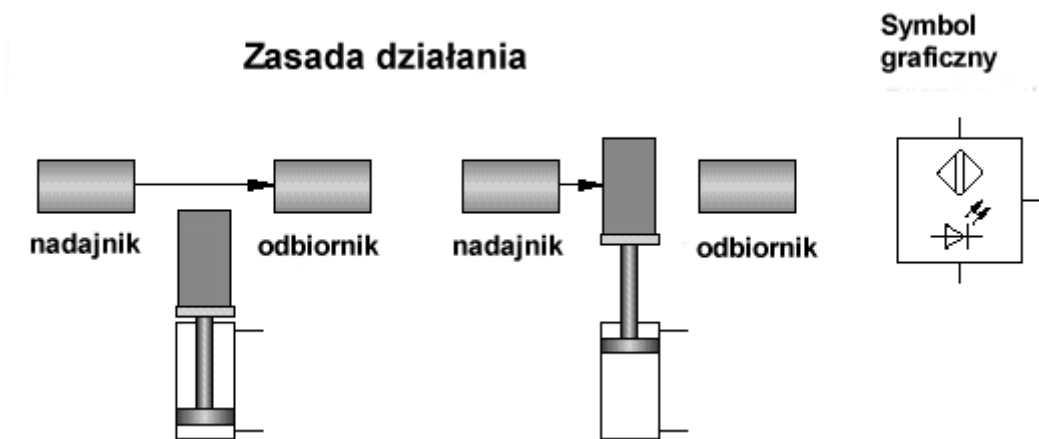
Są małe i trwałe, posiadają długą żywotność i dają się łatwo regulować. Jako elementy odbiorcze stosowane są fotodiody lub fototranzystory. Czerwone światło ma tę zaletę, że widoczne jest gołym okiem przy justowaniu osi optycznych stosowanych czujników optycznych. Poza mogą być z powodzeniem stosowane światłowody polimerowe gdyż światło o tej długości fali jest przez nie w niewielkim stopniu tłumione.

Rozróżniamy trzy rodzaje optycznych czujników zbliżeniowych:

- fotokomórka jednokierunkowa,
- fotokomórka refleksyjna,
- czujnik refleksyjny.

Fotokomórka jednokierunkowa.

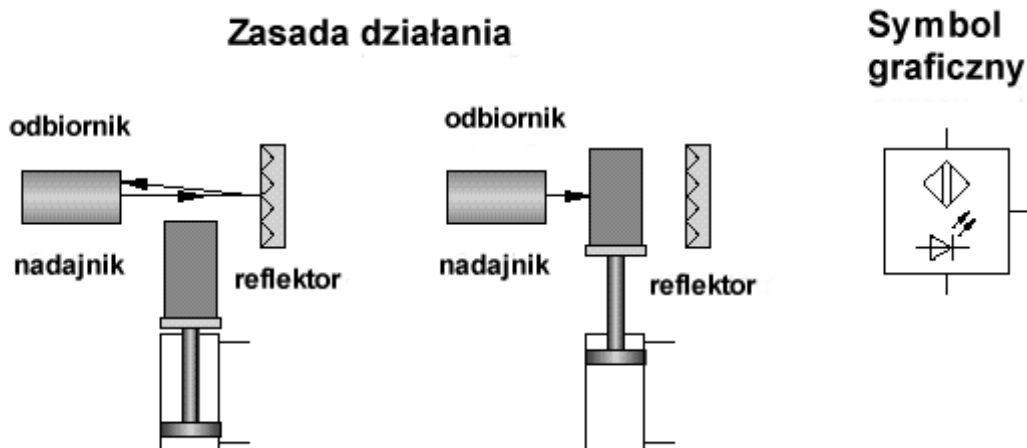
Fotokomórka jednokierunkowa charakteryzuje się umieszczonymi oddzielnie od siebie modułami nadajnika i odbiornika. Elementy te są tak zamontowane, że nadajnik wysyła światło bezpośrednio do odbiornika. Przy przesłonięciu strumienia światła załączane jest wyjście.



Rys. 5.54 Fotokomórka jednokierunkowa

Fotokomórka refleksyjna.

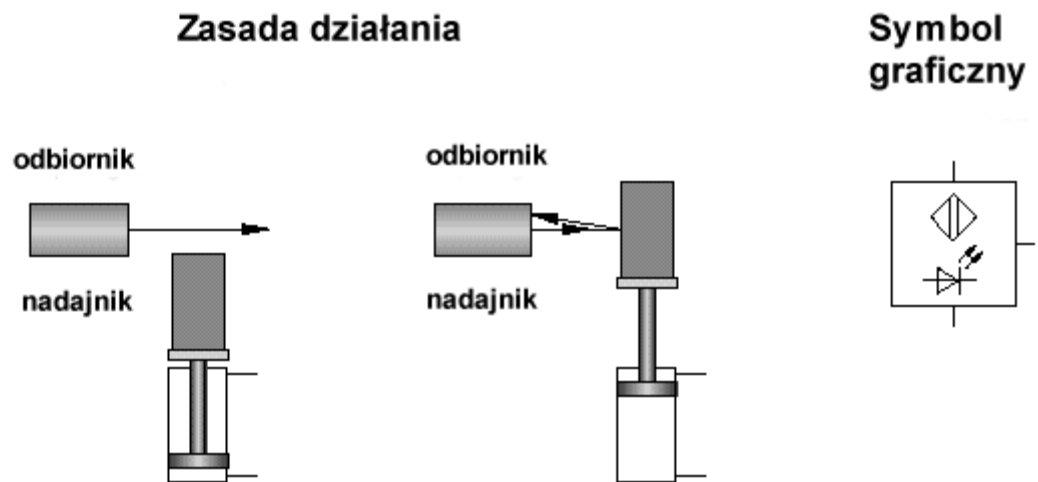
W przypadku fotokomórki refleksyjnej nadajnik i odbiornik znajdują się obok siebie w jednej obudowie. Reflektor zamontowany jest tak, że wysyłany z nadajnika strumień światła praktycznie w całości odbijany jest w kierunku odbiornika. Przy przysłonięciu strumienia światła załączane jest wyjście.



Rys. 5.55 Fotokomórka refleksyjna

Czujnik refleksyjny.

Nadajnik i odbiornik czujnika refleksyjnego umieszczone są obok siebie w jednej obudowie. Jeśli światło natrafi na odbijające je ciało, to odbijane jest ono do odbiornika i następuje załączenie wyjścia czujnika. Z względu na zasadę działania czujniki refleksyjne mogą być stosowane, jeśli wykrywany przedmiot lub część maszyny charakteryzują się wysoką refleksją świetlną (np. powierzchnie metaliczne, jasne zabarwienie).



Rys. 5.56 Czujnik refleksyjny

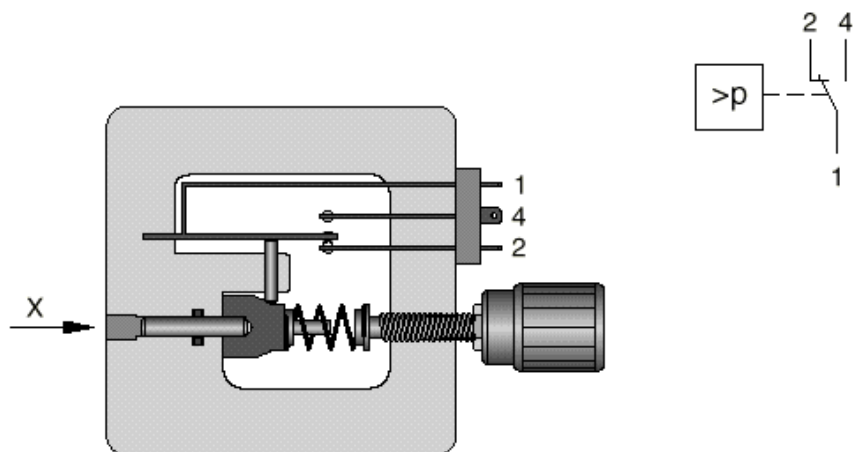
Czujniki ciśnieniowe.

Istnieją różne wykonania czujników reagujących na ciśnienie:

- wyłączniki ciśnieniowe z mechanicznym stykiem (binarny sygnał wyjściowy),
- wyłączniki ciśnieniowe z elektronicznym układem załączania (binarny sygnał wyjściowy),
- elektroniczne czujniki ciśnienia z analogowym sygnałem wyjściowym.

Mechaniczne czujniki ciśnieniowe

W czujnikach ciśnieniowych pracujących na zasadzie mechanicznej ciśnienie oddziałuje na powierzchnię tłoka. Jeśli siła ciśnienia przeważa siłę sprężyny, to tłok przemieszcza się i porusza styki.

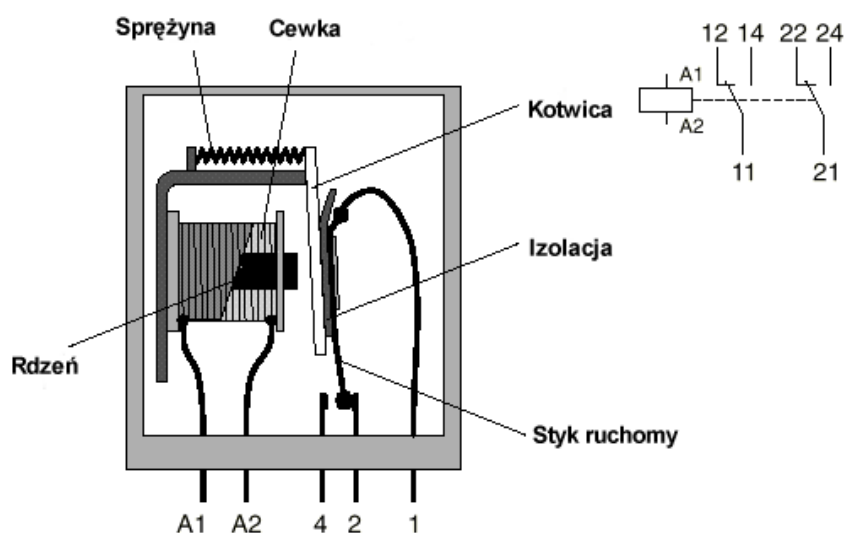


Rys. 5.57 Ciśnieniowy czujnik tłoczkowy

5.4 Przekąźniki i styczniki

Budowa przekąźnika

Przekąźnik jest elektromagnetycznie uruchamianym wyłącznikiem. Przyłożenie napięcia do cewki elektromagnesu powoduje powstanie pola elektromagnetycznego. Wskutek tego ruchoma kotwica zostaje przyciągnięta do rdzenia cewki. Kotwica działa na styki przekąźnika, które zależnie od ich położenia są otwierane lub zamykane. W momencie przerywania przepływu prądu przez cewkę sprężyna powoduje powrót kotwicy do pozycji wyjściowej.



Rys. 5.58 Budowa przekąźnika

Jedna cewka przekąźnika może przełączać jeden lub więcej styków. Oprócz wyżej opisanego typu przekąźnika istnieją inne rodzaje wyłączników uruchamianych elektromagnetycznie, np. przekąźnik remanentny (z pamięcią), przekąźnik czasowy i stycznik.

Zastosowania przekaźników

W sterownikach elektropneumatycznych przekaźniki używane są do następujących funkcji:

- do zwielokrotniania sygnałów
- do opóźniania i zmiany sygnałów
- do przetwarzania informacji
- do separacji obwodu sterującego od obwodu głównego.

W sterownikach czysto elektrycznych przekaźniki są używane dodatkowo do odseparowania obwodów prądu stałego i przemiennego.

Przekaźniki remanencyjne (z pamięcią)

Przekaźnik remanencyjny reaguje na impulsy prądowe.

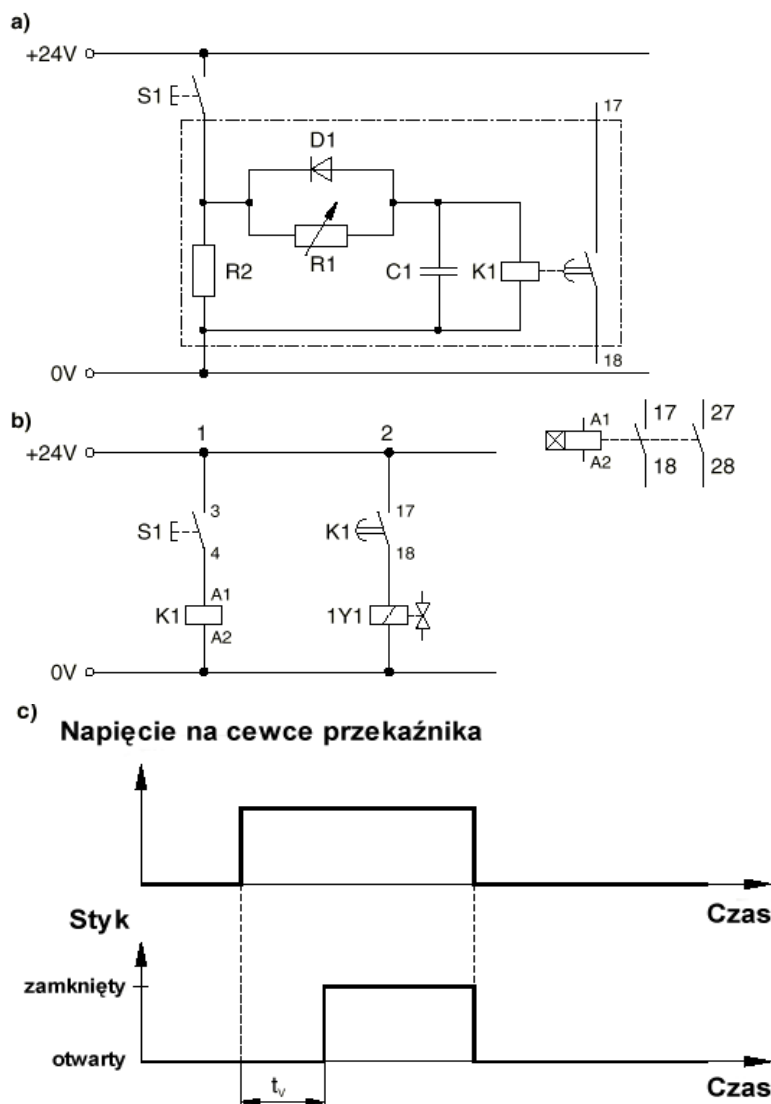
- W przypadku impulsu dodatniego kotwica przekaźnika jest przyciągana.
- W przypadku impulsu ujemnego kotwica przekaźnika jest odpychana.
- W przypadku braku sygnału wejściowego raz przyjęty układ połączeń pozostaje nie zmieniony.

Zachowanie przekaźnika remanencyjnego jest analogiczne do zachowania pneumatycznego zaworu impulsowego, który reaguje na impulsy ciśnieniowe.

Przekaźniki czasowe.

Przekaźniki czasowe dzieli się na przekaźniki ze zwłocznym załączeniem i ze zwłocznym zwolnieniem.

W przypadku przekaźników ze zwłocznym załączeniem kotwica przekaźnika przyciągana jest z opóźnieniem o pewien przedział czasu, zwolnienie następuje bezzwłocznie. W przypadku przekaźników ze zwłocznym zwolnieniem dzieje się odwrotnie. Odpowiednio do tego przełączane są styki (Rys. 5.59, Rys. 5.60). Zwłokę czasową t można wyregulować.

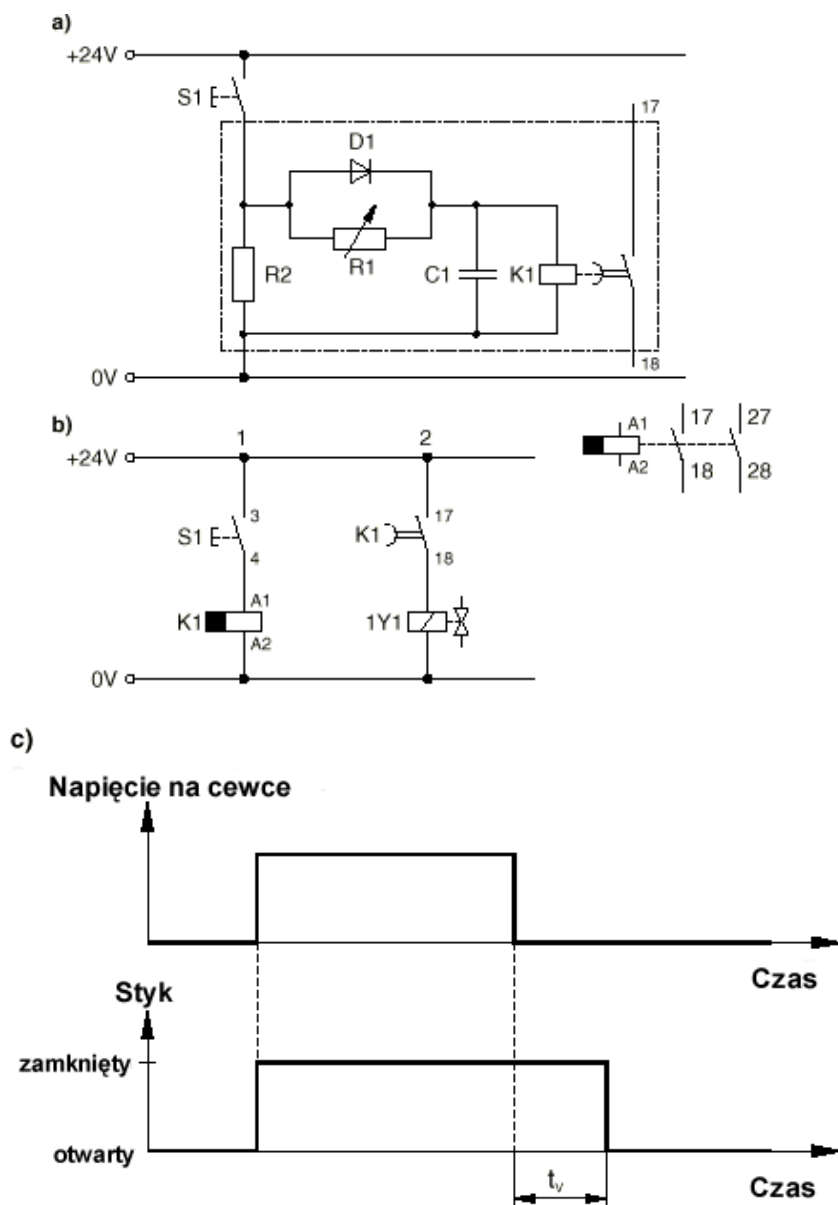


Rys. 5.59 Przekaźnik ze zwłocznym załączeniem.

- a) budowa wewnętrzna
b) schemat połączeniowy
c) zachowanie sygnałów

Zasada funkcjonowania.

W przypadku zwarcia S1 płynie prąd przez nastawny opornik R1 do kondensatora C1. Połączona równolegle dioda D1 nie przepuszcza prądu w tym kierunku. Przez opornik rozładowczy R2 płynie wprawdzie prąd, jest on jednak bez znaczenia. Po naładowaniu kondensatora C1 do wartości przełączającej przekaźnik K1, przekaźnik przełącza się. Po rozwarciu S1 obwód zostaje przerwany, a kondensator rozładowuje się bardzo szybko poprzez diodę D1 i opornik R2. W ten sposób przekaźnik wraca natychmiast do pozycji spoczynkowej. Na oporniku R1 można ustawić prąd ładowania kondensatora i w ten sposób również czas niezbędny do osiągnięcia napięcia załączającego dla K1. Jeśli ustawimy większy opór, płynący prąd jest mniejszy i opóźnienie jest długie. Jeśli natomiast opór R1 jest mały, to płynący prąd jest duży i opóźnienie odpowiednio krótkie.



Rys. 5.60 Przekąźnik ze zwłocznym zwolnieniem.

- a) budowa wewnętrzna
b) schemat połączeniowy
c) zachowanie sygnałów

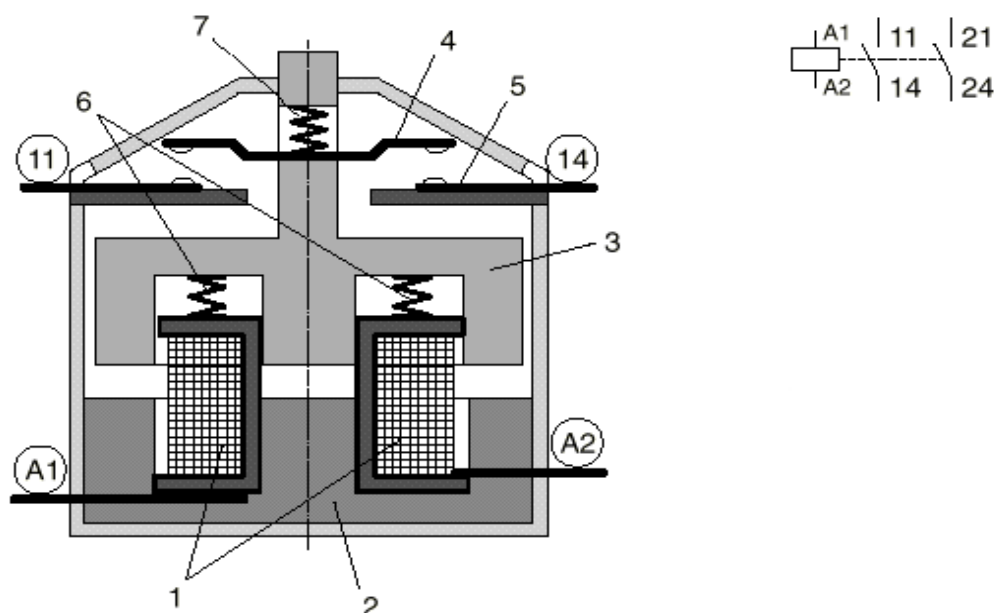
Budowa stycznika

Styczniki pracują na takiej samej zasadzie jak przekaźniki.

Charakterystycznymi cechami stycznika są:

- podwójna przerwa (dla każdego styku przerwa w dwóch punktach)
- wymuszone prowadzenie styków
- zamknięte komory (komory gaszenia łuku świetlnego)

Dzięki tym charakterystycznym rozwiązaniom konstrukcyjnym przy pomocy styczników można załączać większe prądy niż przy pomocy przekaźników.



Rys. 5.61 Budowa stycznika:

- 1 cewka
- 2 rdzeń żelazny (magnes)
- 3 kotwica
- 4 ruchomy element ze stykami
- 5 element stały ze stykami
- 6 sprężynka dociskowa
- 7 sprężynka dociskowa styków

Stycznik posiada kilka zestawów styków, standardowo są to cztery do dziesięciu styków. W przypadku styczników wyróżnia się analogicznie do przekaźników wykonania z różną kombinacją styków rozwiernych, zwiernych, przełącznych ze zwłocznym zadziałaniem itd. W przypadku styków rozróżnia się styki główne i styki pomocnicze. Styczniki przełączające wyłącznie styki pomocnicze (styki sterownicze) określa się jako styczniki pomocnicze. Styczniki ze stykami głównymi i stykami pomocniczymi nazywane są stycznikami głównymi lub stycznikami mocy.

6 Elektrozawory pneumatyczne

6.1 Zadania

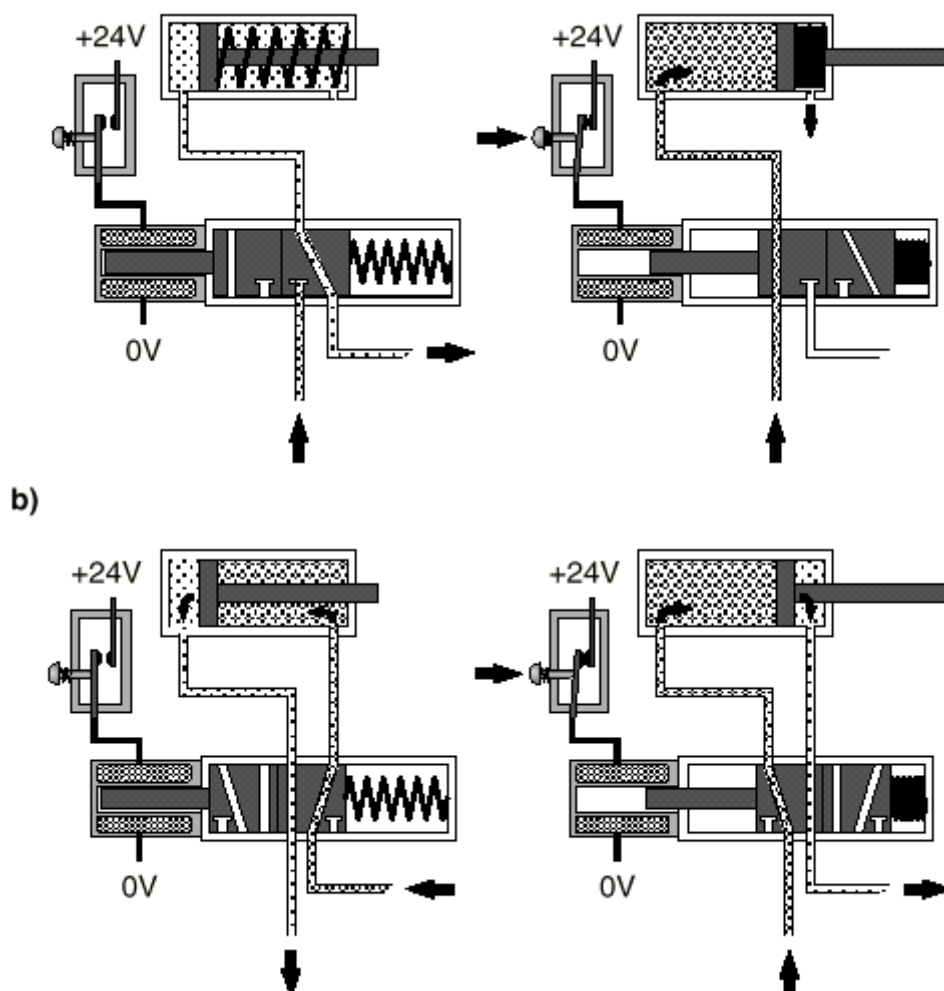
Elektropneumatyczny układ sterowania pracuje z wykorzystaniem dwóch różnych nośników energii:

- energii elektrycznej w części sterującej
- sprężonego powietrza w części wykonawczej.

Sterowane elektrycznie zawory pneumatyczne stanowią połączenie między dwoma częściami elektropneumatycznego układu sterowania. Przełączane są one przy pomocy

sygnałów wyjściowych układu sterowania i odcinają ew. otwierają połączenia w pneumatycznej części wykonawczej. Do ważniejszych zadań elektrozaworów pneumatycznych należą:

- załączanie ew. odcinanie dopływu sprężonego powietrza
- wysuwanie ew. wsuwanie siłowników pneumatycznych.



Rys. 6.62 Poruszanie siłownika pneumatycznego:
a) jednostronnego,
b) dwustronnego działania.

Poruszanie siłownika jednostronnego działania

Rys. 6.62a przedstawia sterowany elektrycznie zawór, sterujący siłownikiem jednostronnego działania.

- Posiada on trzy wyprowadzenia i dwie pozycje przełączeniowe.
- Jeśli przez cewkę magnetyczną zaworu pneumatycznego nie płynie prąd, komora siłownika jest odpowietrzana poprzez zawór pneumatyczny. Tłoczyisko wsunęło się.
- Jeśli przez cewkę magnetyczną płynie prąd, załącza się zawór pneumatyczny i komora siłownika jest napowietrzana. Tłoczyisko wysuwa się.

- Jeśli przez cewkę magnetyczną nie płynie prąd, zawór wyłącza się. Komora siłownika jest odpowietrzana, tłoczysko wsuwa się.

Poruszanie siłownika dwustronnego działania

Siłownik dwustronnego działania na Rys. 6.62b poruszany jest przy pomocy zaworu pneumatycznego z pięcioma przyłączami i dwoma położeniami.

- Gdy elektromagnes zaworu jest w stanie bezprądowym, to odpowietrzana jest lewa komora siłownika, prawa komora przeciwnie - zasilana powietrzem. Tłoczysko wsuwa się.
- Gdy elektromagnes jest zasilony prądem elektrycznym, zawór przełącza się. Lewa komora siłownika zaopatrywana jest w powietrze a prawa komora siłownika odpowietrzana. Tłoczysko wysuwa się.
- Gdy elektrozawór jest w stanie bezprądowym, zawór przełącza się z powrotem i tłoczysko wsuwa się.

6.2 Budowa i funkcjonowanie

Sterowane elektrycznie zawory pneumatyczne przełączane są przy pomocy elektromagnesów. Można zakwalifikować je do dwóch grup:

- Zawory ze sprężyną zwrotną zachowują swój stan tylko tak długo jak długo przez elektrozawór płynie prąd.
- Elektrozawory impulsowe utrzymują ostatnio przyjęte położenie również wtedy gdy cewki są w stanie bezprądowym.

Stan spoczynkowy

W stanie spoczynkowym elektrozaworu pneumatycznego wszystkie cewki są w stanie bezprądowym i elektrozawory nie wywierają żadnej siły. W przypadku elektrozaworu impulsowego nie można jednoznacznie określić stanu spoczynkowego ponieważ brak jest w nich sprężyny zwrotnej.

Oznaczenia zaworów

Inne cechy wyróżniające zawory to liczba przyłączy oraz liczba położen. Na oznaczenie zaworu składa się sposób sterowania oraz ilość położen i przyłączy np.

- elektrozawór ze sprężyną zwrotną (zawór zwrotny) 3/2 drogowy
- elektrozawór impulsowy 5/2 drogowy

Poniżej zostanie przedstawiona budowa i zasada funkcjonowania ważniejszych typów zaworów.

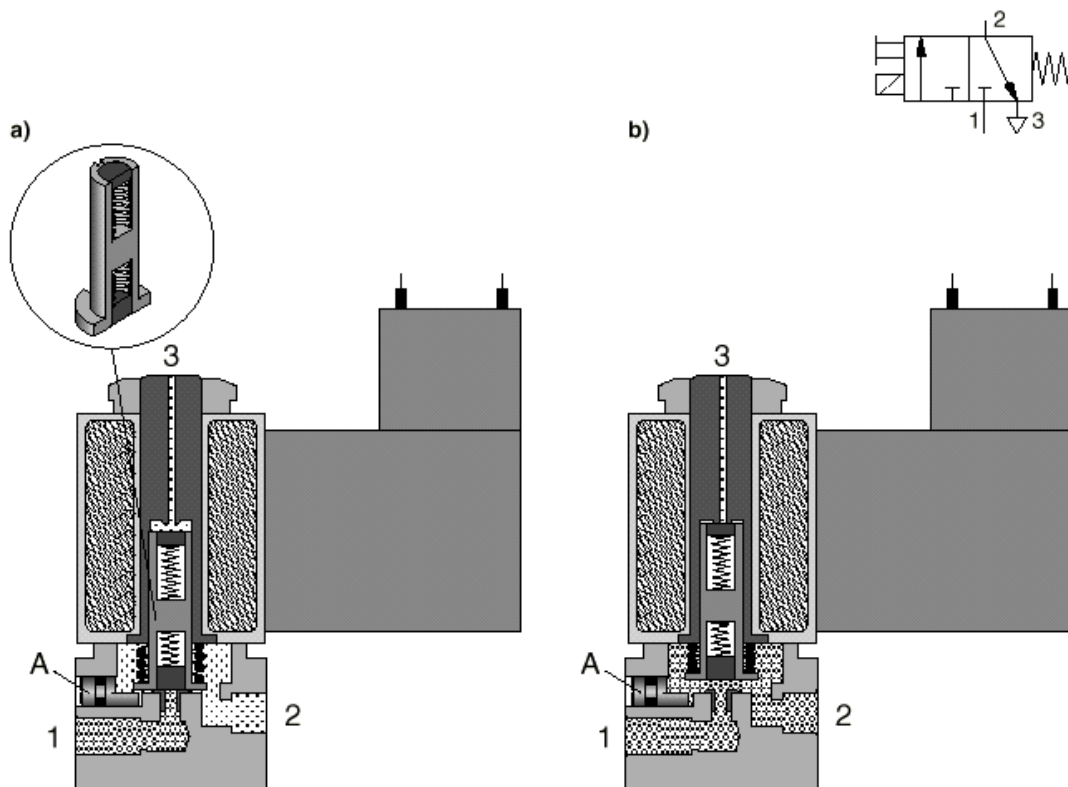
Zawór bezpośredniego działania 3/2-drogowy.

Rys. 6.63 pokazuje dwa rysunki przekrojowe 3/2 drogowego elektrozaworu, sterowanego bezpośrednio.

- W stanie spoczynkowym przyłącze 2 odbiornika połączone jest, poprzez szczelinę w rdzeniu (patrz rys. szczegółowy), z przyłączem odpowietrzającym 3 (Rys. 6.63a).
- Jeśli prąd elektryczny płynie przez cewkę elektrozaworu to pole magnetyczne wywiera na rdzeń siłę skierowaną do góry. Rdzeń, po przewyciężeniu siły sprężyny jest unoszona (Rys. 6.63b). Dolne uszczelnienie otwiera się i otwiera się droga od przyłącza 1 doprowadzającego powietrze do przyłącza odbiornika 2. Górne uszczelnienie zamyka się i odcina połączenie między przyłączem 1 a przyłączem 3.
- Jeśli cewka elektrozaworu jest w stanie bezprądowym, rdzeń siłą sprężyny powraca do swego położenia spoczynkowego (Rys. 6.63a). Połączenie między przyłączami 2 i 3 otwiera się, połączenie między przyłączem 1 i przyłączem 2 jest odcinane. Ciśnienie odprowadzane jest poprzez otwór rdzenia i przyłącze 3.

Ręczny mechanizm wyzwalający.

Przy pomocy wyzwolenia ręcznego A można otworzyć drogę od przyłącza 1 z przyłącza 2, również w momencie gdy przez cewkę elektromagnesu nie płynie prąd. Po przekręceniu śruby mimośród podnosi rdzeń. Przy pokręceniu śruby z powrotem zawór przełączany jest do pozycji spoczynkowej.



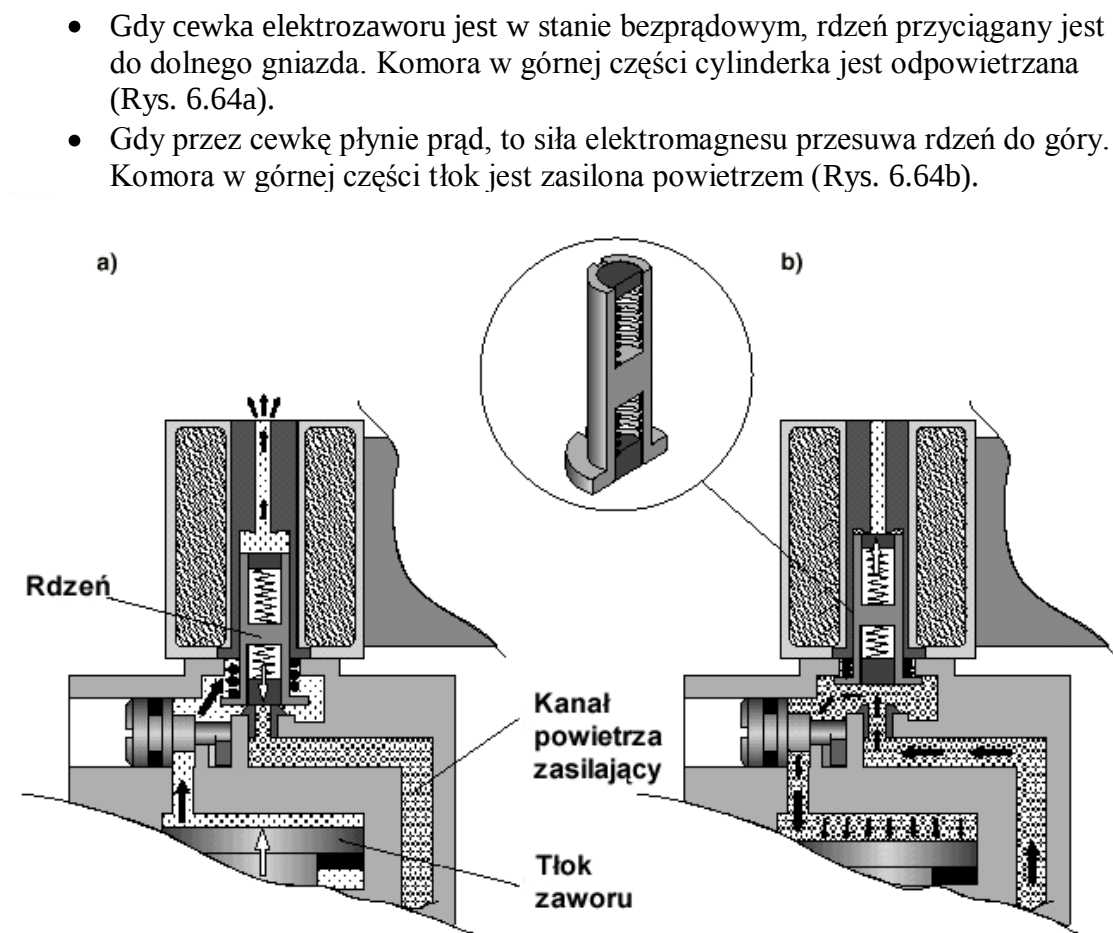
Rys. 6.63 Elektrozawór 3/2-drogowy z wyzwoleniem ręcznym (normalnie zamknięty)

Wspomaganie zaworu.

W przypadku zaworu ze wspomaganiem tłok zaworu uruchamiany jest pośrednio.

- Rdzeń elektromagnesu otwiera ew. zamyka kanał powietrzny w przyłączy 1
- Gdy rdzeń otworzy kanał ciśnienie poprzez przyłącze 1 uruchamia tłok zaworu

Rys. 6.64 objaśnia zasadę funkcjonowania wspomagania.



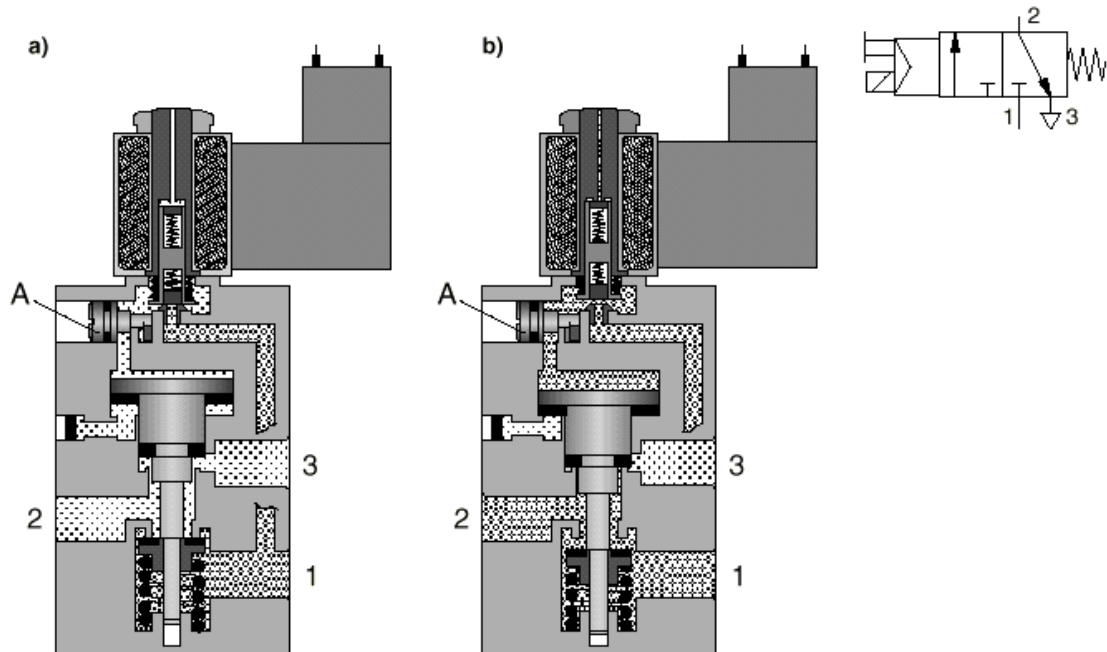
Rys. 6.64 Wspomaganie elektrozaworu pneumatycznego.

Elektrozawór 3/2 drogowy ze wspomaganiem.

Rys. 6.65 pokazuje dwa przekroje elektrycznie sterowanego, 3/2 drogowego zaworu ze wspomaganiem.

- W pozycji spoczynkowej, na górną powierzchnię tłok działa tylko ciśnienie atmosferyczne, siła sprężyny dociska więc tłok ku górze (Rys. 6.65a). Przyłącza 2 i 3 połączone są ze sobą.
- Gdy przez cewkę elektromagnesu płynie prąd komora powyżej tłok zaworu jest połączona z przyłączem 1 doprowadzającym ciśnienie (Rys. 6.65b). Siła wywierana na górną powierzchnię tłok wzrasta i tłok jest przemieszczany do dołu. Połączenie między 2 i 3 zostaje zamknięte, połączenie między 1 i 2 otwiera się. To położenie pozostaje tak długo nie zmienione dopóki przez cewkę elektromagnesu płynie prąd.
- Gdy cewka elektromagnesu znajdzie się w stanie bezprądowym, zawór przełącza się do swojego położenia spoczynkowego.

Aby przemieścić tłok zaworu ze wspomaganiem przeciwnie do siły oddziaływania sprężyny niezbędna jest minimalna wartość ciśnienia (ciśnienie sterujące). Wartość ta podawana jest w danych technicznych zaworu i wynosi, w zależności od zaworu w granicach ok. 2 do 3 barów.



Rys. 6.65 Elektrozwór 3/2-drogowy ze wspomaganiem (normalnie zamknięty, z ręcznym wyzwaniem)

Porównanie zaworów ze wspomaganiem z zaworami bezpośredniego działania.

Im większe są średnice przelotu w zaworach pneumatycznych tym większy jest przepływ powietrza.

W przypadku zaworu bezpośredniego działania przepływ powietrza do odbiornika ma miejsce poprzez otwór w gnieździe zaworu. Aby uzyskać wystarczającą średnicę przelotu a tym samym wystarczający przepływ, niezbędny jest relatywnie duży rdzeń zaworu dociskany do gniazda. Tym samym konieczna jest odpowiednio duża sprężyna zwrotna i elektromagnes powinien wytwarzać odpowiednio dużą siłę. Zawór taki charakteryzuje się więc dużymi gabarytami i dużym poborem mocy.

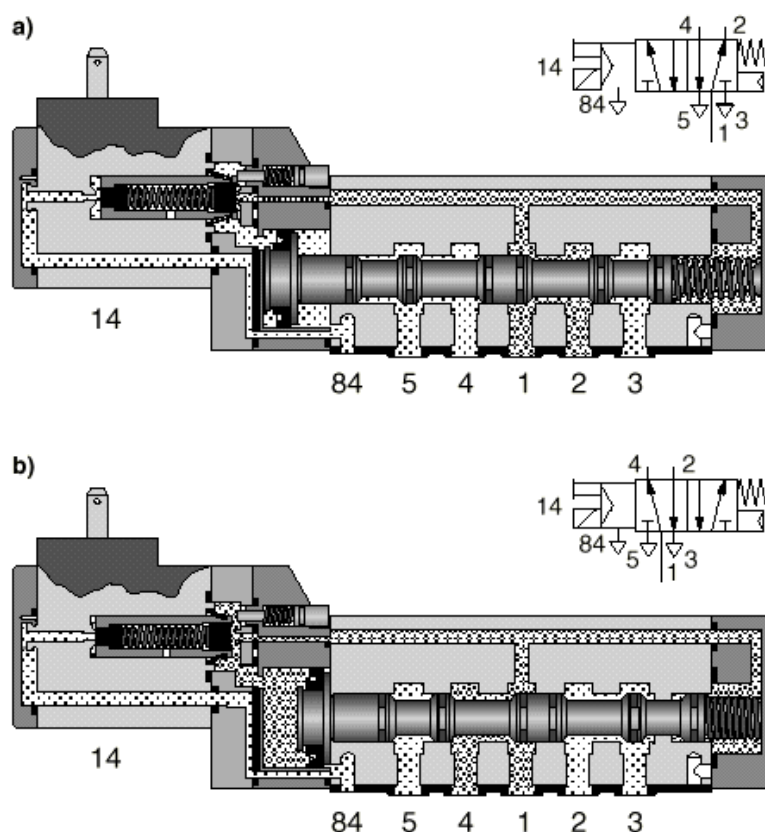
W przypadku zaworu ze wspomaganiem przepływ do odbiornika załączany jest przez stopień główny. Poprzez kanał powietrzny poruszany jest tłok zaworu. Do tego potrzebny jest niewielki przepływ, można więc zastosować stosunkowo niewielki rdzeń z małą siłą przyciągania. Zawór taki może mieć mniejsze gabaryty w porównaniu z zaworem bezpośredniego działania. Mniejsze są również pobór mocy oraz emisja ciepła.

Zalety w postaci poboru mocy, gabarytów elektromagnesu oraz i emisji ciepła doprowadziły do tego, że w elektropneumatycznych układach sterowania stosuje się prawie wyłącznie zawory ze wspomaganiem.

Zawór 5/2 drogowy ze wspomaganiem.

Rys. 6.66 pokazuje obydwa stany pobudzanego elektrycznie zaworu 5/2-drogowego.

- W pozycji spoczynkowej suwak znajduje się w skrajnie lewej pozycji (Rys. 6.66a). Przyłącza 1 i 2 oraz przyłącza 4 i 5 są ze sobą połączone.
- Gdy cewka elektromagnesu zostanie zasilona, suwak zaworu przemieści się do skrajnej prawej pozycji (Rys. 6.66b). W tym położeniu połączone są ze sobą przyłącza 1 i 4 oraz 2 i 3.
- Gdy cewka elektromagnesu jest w stanie bezprądowym zawór przełączany jest siłą sprężyny zwrotnej do pozycji wyjściowej.
- Poprzez przyłączy 84 odprowadzane jest powietrze sterujące.



Rys. 6.66 Elektrozawór 5/2-drogowy ze wspomaganiem.

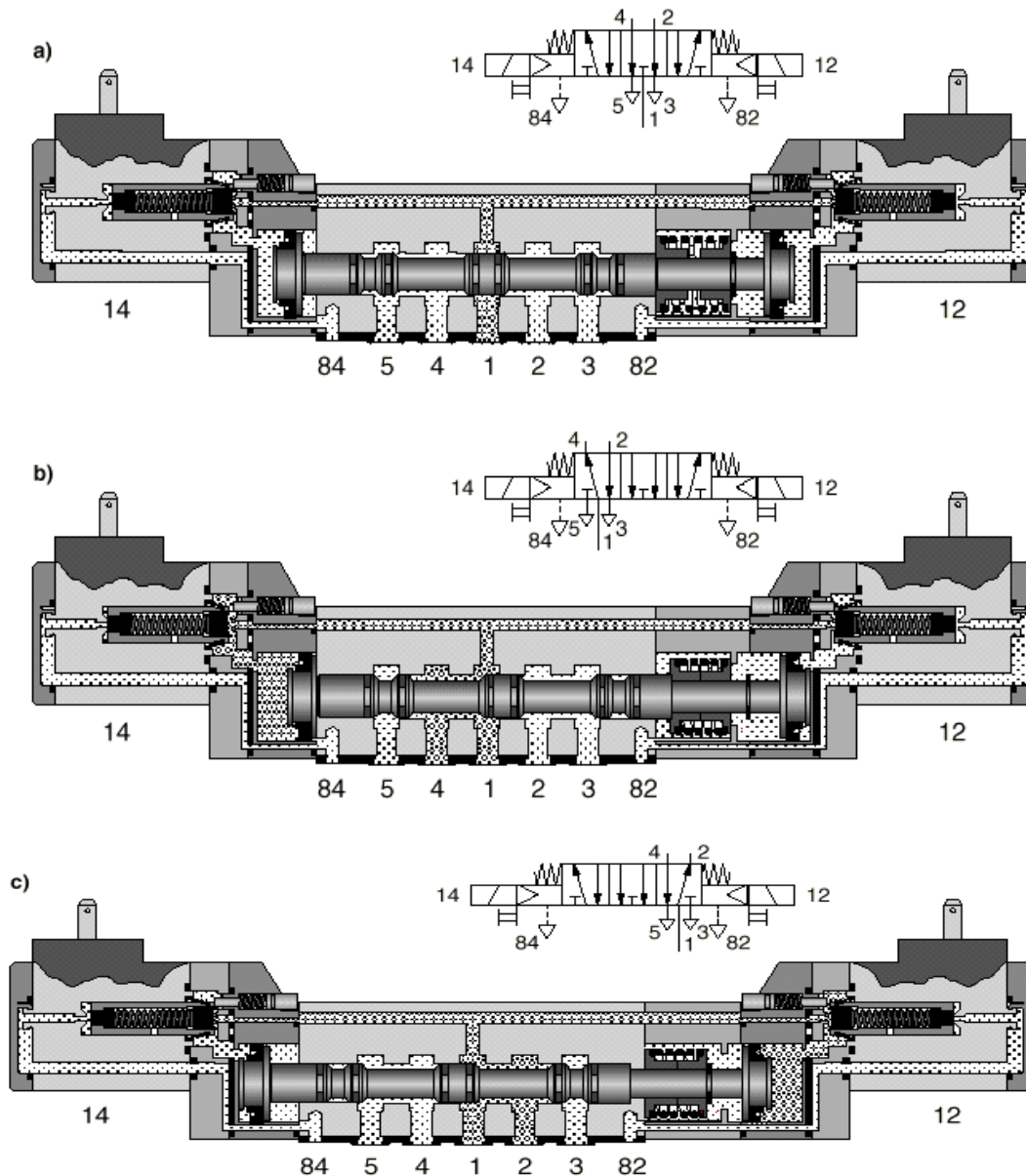
Zawór 5/3-drogowy ze wspomaganiem z beciśnieniowym położeniem spoczynkowym.

Na Rys. 6.67 przedstawione są wszystkie trzy położenia 5/3-drogowego elektrozaworu ze wspomaganiem.

- W położeniu spoczynkowym cewki elektrozaworu są w stanie bezprądowym a suwak przytrzymywany jest przez dwie sprężyny w pozycji centralnej (Rys. 6.67a). Przyłącza 2 i 3 oraz 4 i 5 są ze sobą połączone. Przyłączy 1 jest zamknięte.
- Jeśli lewa cewka elektromagnesu zostanie zasilona, suwak zaworu przemieszcza

się do swej prawej, skrajnej pozycji (Rys. 6.67b). Przyłącza 1 i 4 ew. 2 i 3 są ze sobą połączone.

- Jeśli przez prawą cewkę płynie prąd to suwak zaworu przemieszcza się do swojej lewej, skrajnej pozycji (Rys. 6.67c). W tym położeniu połączone są ze sobą przyłącza 1 i 2 oraz 4 i 5.
- Obydwa położenia zaworu w stanie pobudzonym są tak długo aktywne jak długo odpowiednia cewka elektrozaworu jest pod napięciem. Gdy dopływ prądu zostanie przerwany, suwak przemieszcza się do położenia środkowego.



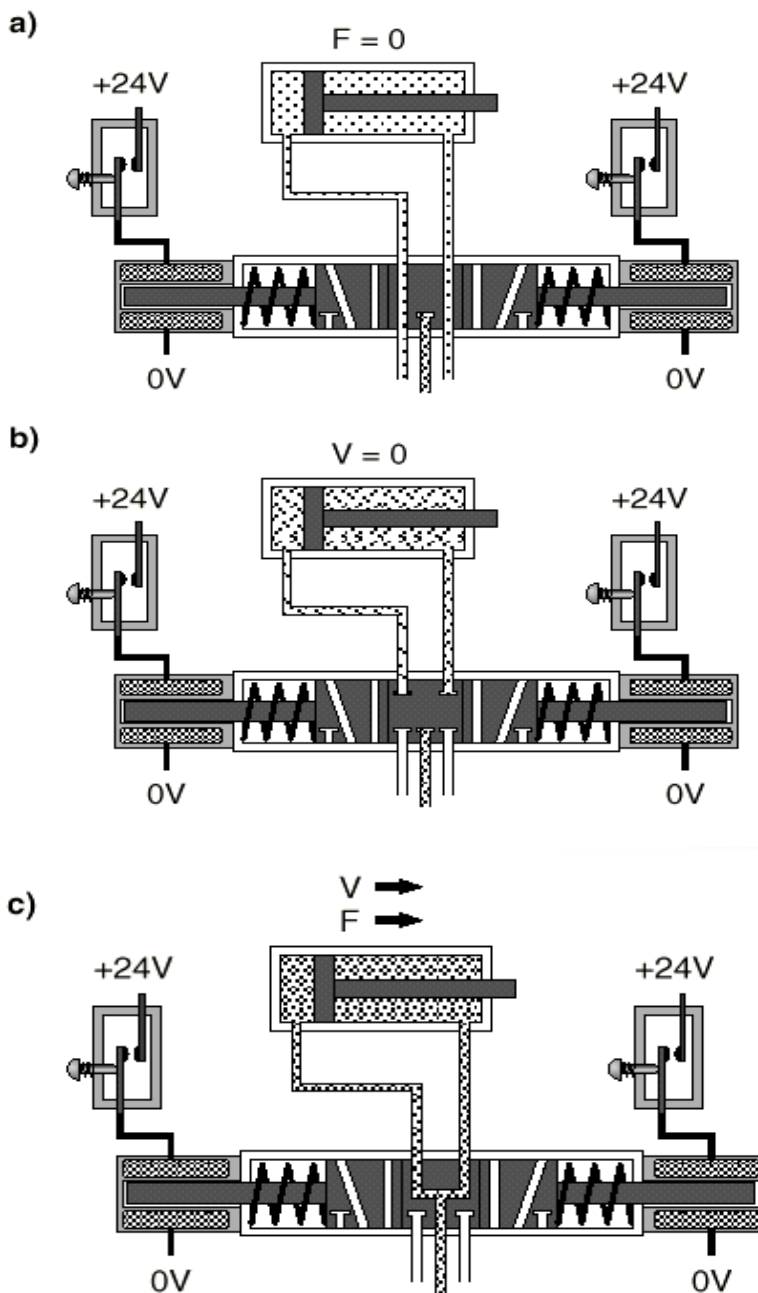
Rys. 6.67 Elektrozawór 5/3-drogowy ze wspomaganiem (z bezciśnieniowym położeniem spoczynkowym)

Znaczenie położenia środkowego.

Zawory drogowe dwupołożeniowe (np. 3/2- lub 5/2 drogowe) umożliwiają wysuwanie lub chowanie siłownika. Zawory drogowe trójpokożeniowe (np. 5/3-drogowe) oferują dzięki posiadaniu pośredniego, środkowego położenia dodatkowe możliwości przy

sterowaniu siłownikami. Zostanie to pokazane na przykładzie zaworów 5/3-drogowych z różnymi położeniami środkowymi. Rozpatrywane będzie zachowanie siłownika w przypadku przełączenia się zaworu do położenia środkowego.

- Jeśli stosujemy zawór 5/3-drogowy, w którym przyłącza odbiorników są odpowietrzane, to tłok siłownika nie wywiera żadnej siły na tłoczek. Tłoczek siłownika porusza się swobodnie. (Rys. 6.68a).
- W przypadku zaworu 5/3-drogowego, który odcina wszystkie swoje przyłącza tłoczek siłownika zostanie zatrzymane. Obowiązuje to również wtedy gdy siłownik znajduje się w położeniu skrajnym (Rys. 6.68b).
- W przypadku stosowania zaworu 5/3-drogowego, w którym przyłącza odbiornika połączone są z zasilaniem tłoczek wysuwa się ze zmniejszoną siłą.



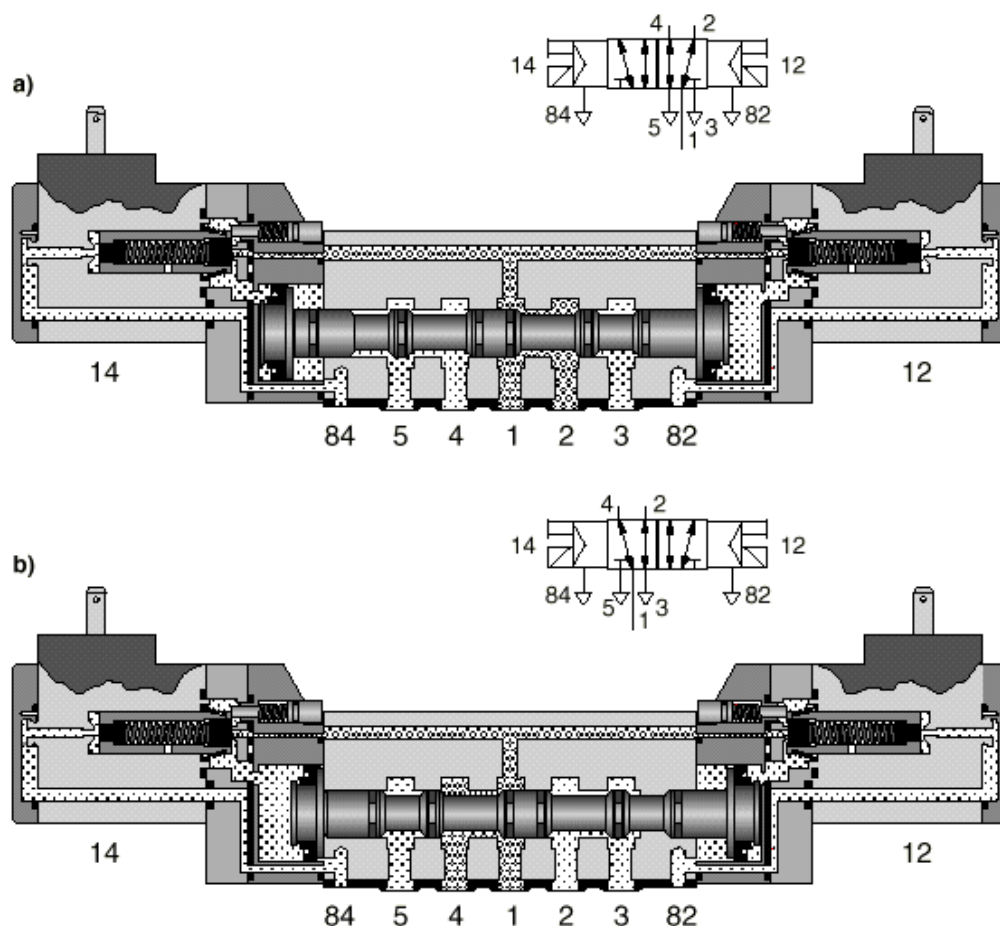
Rys. 6.68 Znaczenie położenia środkowego w elektrozaworach 5/3-drogowych.

5/2-drogowy elektrozawór impulsowy ze wspomaganiem.

Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania. pokazuje dwa przekroje 5/2-drogowego elektrozaworu impulsowego ze wspomaganiem.

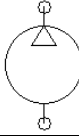
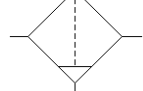
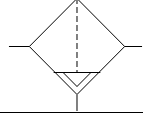
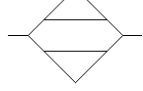
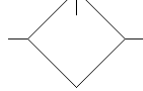
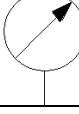
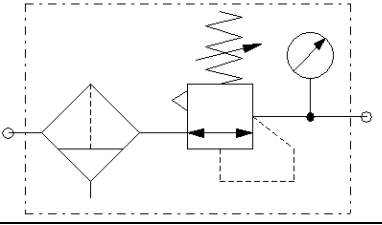
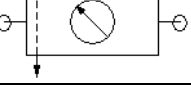
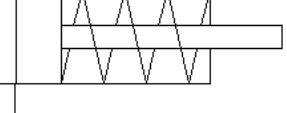
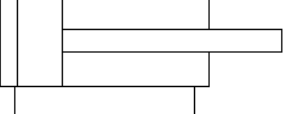
- Jeśli suwak znajduje się w prawym, skrajnym położeniu to połączone są ze sobą przyłącza 1 i 2 oraz 4 i 5 (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.a).**
- Jeśli zasilimy prawą cewkę elektrozaworu, to suwak przemieszcza się do lewego, skrajnego położenia i przyłącza 1 i 4 oraz 2 i 3 są połączone (**Błąd! Nie można odnaleźć źródła odwołania.b).**
- Jeśli elektrozawór ma zostać przełączony do swojego pierwotnego położenia nie wystarczy zdjęcie napięcia z prawej cewki elektrozaworu. Dodatkowo musi zostać zasilona lewa cewka elektromagnesu.

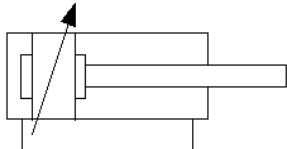
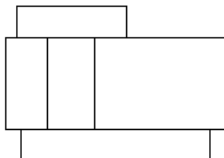
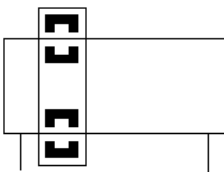
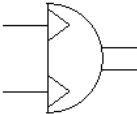
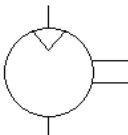
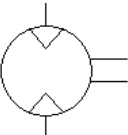
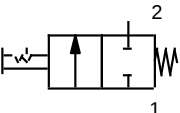
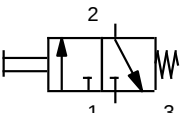
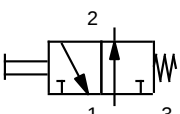
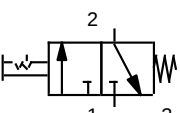
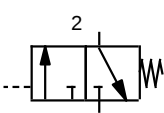
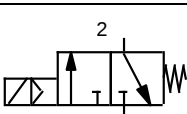
Jeśli nie zasilimy żadnego z obydwóch elektromagnesów, to suwak zatrzyma się, dzięki tarcu, w ostatnio przyjętym położeniu. Obowiązuje to również wtedy gdy obydwa elektromagnesy zostaną zasilone w tym samym momencie, ponieważ oddziałują wtedy wzajemnie na suwak z jednakową siłą.

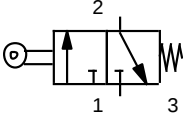
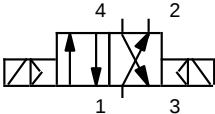
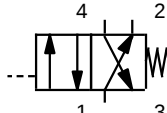
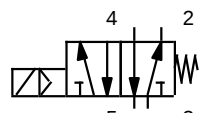
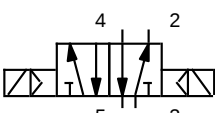
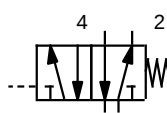
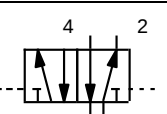
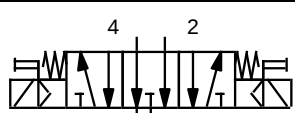
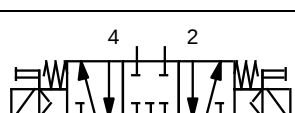
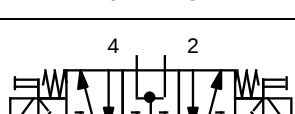
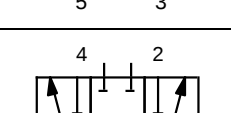
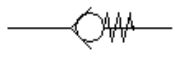


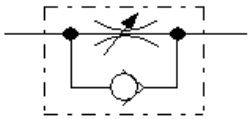
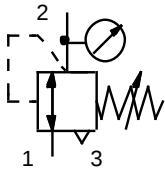
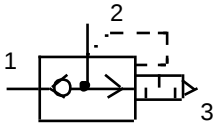
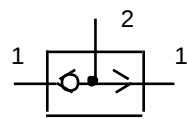
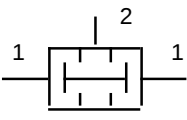
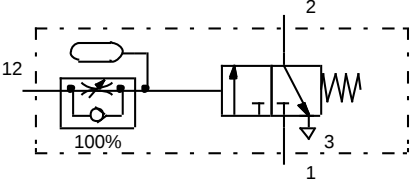
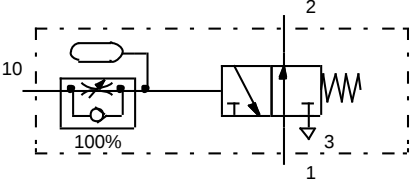
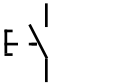
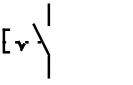
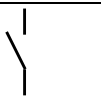
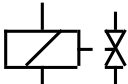
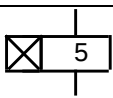
Rys. 6.69 Elektrozawór impulsowy, 5/2-drogowy ze wspomaganiem

7 Symbole graficzne

Nazwa	Symbol
Przygotowanie powietrza	
Kompresor (sprężarka)	
Filtr z odwadniaczem (z upustem ręcznym kondensatu)	
Filtr z odwadniaczem (z upustem automatycznym kondensatu)	
Osuszacz powietrza	
Smarownica	
Manometr	
Zespół przygotowania powietrza (pełen)	
Zespół przygotowania powietrza (uproszczony)	
Układy wykonawcze	
Siłownik jednostronnego działania	
Siłownik dwustronnego działania	

Siłownik dwustronnego działania z amortyzacją	
Siłownik beztłoczyskowy ze sprzężeniem mechanicznym	
Siłownik beztłoczyskowy ze sprzężeniem magnetycznym	
Siłownik wahadłowy	
Silnik pneumatyczny o jednym kierunku przepływu	
Silnik pneumatyczny o dwóch kierunkach przepływu	
Zawory sterujące (rozdzielające)	
Zawór 2/2 monostabilny sterowany mechanicznie (odcinający)	
Zawór 3/2 monostabilny sterowany mechanicznie (normalnie zamknięty)	
Zawór 3/2 monostabilny sterowany mechanicznie (normalnie otwarty)	
Zawór 3/2 monostabilny sterowany mechanicznie (przycisk z zatrząskiem)	
Zawór 3/2 monostabilny sterowany pneumatycznie	
Zawór 3/2 monostabilny sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym)	

Zawór 3/2 monostabilny sterowany mechanicznie (przełącznik z rolką)	
Zawór 4/2 bistabilny sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym)	
Zawór 4/2 monostabilny sterowany pneumatycznie	
Zawór 5/2 monostabilny sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym)	
Zawór 5/2 bistabilny sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym)	
Zawór 5/2 monostabilny sterowany pneumatycznie	
Zawór 5/2 bistabilny sterowany pneumatycznie (impulsowy)	
Zawór 5/3 sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym) z dodatkowym sterowaniem ręcznym; odpowietrzony w pozycji niewysterowanej	
Zawór 5/3 sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym) z dodatkowym sterowaniem ręcznym; odcięty w pozycji niewysterowanej	
Zawór 5/3 sterowany elektrycznie z pilotem (wspomaganiem pneumatycznym) z dodatkowym sterowaniem ręcznym; obustronnie zasilony w pozycji niewysterowanej	
Zawór 5/3 sterowany pneumatycznie	
Zawory logiczne i sterujące	
Zawór zwrotny	
Zawór dławiący	

Zawór zwrotno dławiący	
Zawór redukcyjny	
Zawór szybkiego spustu	
Zawór logiczny alternatywy – LUB (OR)	
Zawór logiczny koniunkcji – I (AND)	
Zawór czasowy z opóźnieniem załączenia	
Zawór czasowy z opóźnieniem wyłączenia	
Elementy elektryczne	
Włącznik normalnie otwarty zamknięty	
Włącznik normalnie otwarty zamknięty z zatraskiem	
Styki przekaźnika normalnie otwarte zamknięte	
Przekaźnik	
Cewka zaworu rozdzielającego	
Przekaźnik z opóźnieniem włączenia	

Przełącznik z opóźnieniem wyłączenia

